



Iniciativa para la Conservación  
en la Amazonía Andina - ICAA



## **PRODUCTO**

# **INFORME TÉCNICO DE LA ORTHORECTIFICACION DE IMÁGENES DEL SATÉLITE RAPIDEYE DE LA MICROCUENCA CUMBAZA**

PRESENTADO POR: Ing. JUAN JOSÉ PALACIOS VEGA  
CENTRO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DE LA  
SELVA ALTA - CEDISA

EN EL MARCO DEL PROYECTO: FACILITANDO LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UN MECANISMO DE PSA HÍDRICO PARA LA CONSERVACIÓN DE  
BOSQUES EN LA SUB CUENCA DEL RIO CUMBAZA, DEPARTAMENTO  
DE SAN MARTÍN, PERÚ

CONVENIO DE DONACIÓN: # 001-5-2013/C

**30 de agosto, 2014.**

Este informe ha sido posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo los Términos del Contrato No AID-EPP-I-00-04-00024-00. CONVENIO DE DONACIÓN # 001-5-2013/C.

Las opiniones aquí expresadas son las del autor (es) y no reflejan necesariamente la opinión de la Unidad de Apoyo de la iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina, USAID o el Gobierno de los Estados Unidos.

---

Este informe ha sido producido en el marco del programa de donaciones de la Unidad de Apoyo de la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) liderada por Engility / International Resources Group (IRG) y sus socios: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), ECOLEX, Social Impact (SI), Patrimonio Natural (PN) y Conservation Strategy Fund (CSF).

## CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	4
II.	ANTECEDENTES .....	5
III.	OBJETIVOS.....	6
3.1.	General .....	6
3.2.	Específicos .....	6
3.3.	Ubicación del ámbito de estudio .....	6
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
4.1	Materiales.....	7
4.1.1	Materiales Satelitales .....	7
4.1.2	Materiales Cartográficos.....	10
4.1.3	Equipos y Programas .....	11
4.2	Métodos .....	12
4.2.1	Fase de gabinete (Pre-campo).....	12
4.2.2.	Fase de Campo.....	14
4.2.3.	Fase de gabinete 2 (Post-Campo) .....	19
V.	RESULTADOS .....	21
5.1.	Fase de gabinete (Pre-campo).....	21
5.2.	Fase de campo .....	21
5.3.	Fase de gabinete (Post-campo).....	22
VI.	CONCLUSIONES.....	25
	ANEXOS .....	26

## Lista de Tablas

Tabla 1. Imágenes RapidEye proporcionadas para la corrección geométrica. ....	9
Tabla 2. Relación de puntos geodésicos entregados .....	11
Tabla 3. Clasificación por precisión de tipos de receptores GPS-GNSS .....	17
Tabla 4. Resultados cálculo de la precisión de datos corregidos post procesamiento .....	22
Tabla 5. Porciones de Imágenes obtenidas en corte con ENVI 4.8.....	22
Tabla 6. Número de puntos de control por porción de escena .....	23
Tabla 7. Error medio cuadrático de los puntos de control por escenas .....	24

## Lista de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación sub cuenca del río Cumbaza .....	7
Figura 2. Imágenes RapidEye del ámbito de estudio .....	8
Figura 3. Imagen ASTER GDEM del ámbito de estudio .....	9
Figura 4. Grilla generada por cada escena.....	13
Figura 5. Fotoidentificación para determinar puntos de control en campo .....	14
Figura 6. Identificación y toma en campo de puntos de control.....	16
Figura 7. Metodología de posicionamiento GPS por método diferencial .....	17
Figura 8. Método de corrección diferencial postproceso .....	18
Figura 9. Herramienta Georeferencing del ArcGIS 10.1 utilizada para la correccion geometrica de las imágenes. ....	20
Figura 10. Esquema de corte de las escenas de acuerdo al ámbito de estudio .....	23
Figura 11. Puntos de control vinculados y ubicados 1836108_2011-08- 16_RE2_3A_160937 .....	24
Figura 12. Mosaico de imágenes de satélite RapidEye corregidas geoméricamente .....	25

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales aplicaciones de las imágenes de satélite de alta resolución, es la actualización cartográfica a escalas de mayor de detalle, que es precisamente lo que se desea para el ámbito de estudio de la sub cuenca del río Cumbaza, que tiene por objetivo la implementación y operación del mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos hídricos.

El proyecto para cumplir con el objetivo anteriormente descrito debe generar cartografía temática la cual servirá para la zonificación de áreas con determinados potenciales agro-ecológicos y cuenta con seis escenas de imágenes del satélite RapidEye de nivel de procesamiento 3A o también llamado Ortho RapidEye las cuales tienen un nivel de ortorectificación y procesamiento que eliminan distorsiones causadas por el terreno, para esto utiliza un modelo digital de elevaciones (MDE) con un paso de malla de entre 30 y 90 metros (BlackBridge, 2013).

Previamente a la tarea de extraer cartografía de las escenas, se requiere una corrección geométrica de tipo rectificación para lo cual se utilizará puntos de control tomados en campo utilizando un equipo GPS submétrico, de esta manera se dará validez cartográfica a las imágenes para su utilización a la escala 1/25000 (Medievilla, et al. 2003).

El presente documento entonces describe como se realizó la corrección geométrica de las imágenes de satélite RapidEye, siguiendo la metodología de realizar en primer lugar el trabajo de gabinete previo a la salida de campo en la cual se ubica en la imagen puntos de control fotoidentificables en el terreno, en segundo lugar se realizó la salida de campo propiamente dicha en la cual se recolectó los puntos de control de referencia en un equipo GPS submétrico y por último una fase de gabinete post campo en la cual se realizó la corrección diferencial de los puntos de control tomados en campo y la corrección geométrica utilizando los puntos de control corregidos, algoritmos y software de procesamiento de imágenes de satélite.

## II. ANTECEDENTES

El Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta-CEDISA, es una organización no gubernamental que promueve el desarrollo rural sostenible y la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente en la Región San Martín. En los últimos diez años ha promovido la agroforestería en las cuencas de los ríos Mayo, Cumbaza, Ponaza y Mishquiyacu, y realizó el estudio justificatorio que permitió la creación del Área de Conservación Regional Cordillera Escalera (ACR-CE), con el objetivo de preservar los bosques, la biodiversidad y las fuentes de recursos hídricos, pues en ella nacen 05 cuencas que abastecen de agua para diferentes usos.

CEDISA viene ejecutando el proyecto “Facilitando la implementación de un mecanismo de PSA Hídrico para la conservación de bosques en la Sub cuenca del Rio Cumbaza, Departamento San Martín-Perú” (Proyecto PSAH-Cumbaza), financiado por la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA), que tiene como objetivo general consolidar el proceso de implementación y operación del Mecanismo de Retribución Servicio Ecosistémico Hídrico en la sub cuenca del rio Cumbaza, y tiene programada la actividad CED-R2,3-004: Formulación de Proyecto de Inversión Pública, como una iniciativa que permite la mejora del servicio hídrico de la sub cuenca del Cumbaza, en base al análisis de uso actual, cobertura boscosa y áreas deforestadas.

El Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, unidad ejecutora del Gobierno Regional de San Martín, mantiene con CEDISA un convenio de Cooperación Interinstitucional, cuenta con imágenes satelitales de alta resolución espacial 5 metros, del sensor RapidEye correspondientes al ámbito de la sub cuenca del Cumbaza, de resolución temporal 2011-2012, que permitirá la actualización cartográfica base fundamental, así mismo realizar cartografía de los estudios de cobertura y uso del suelo a escala y nivel de estudio de micro zonificación. Sin embargo estas escenas requieren ser ortorectificadas para producir información a escala (1/25,000).

En este contexto, CEDISA solicita el servicio de ortorectificación de las escenas satelitales de la subcuenca del río Cumbaza.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. General

Corregir geoméricamente seis escenas de imágenes del satélite Rapideye del ámbito de la subcuenca del río Cumbaza.

#### 3.2. Específicos

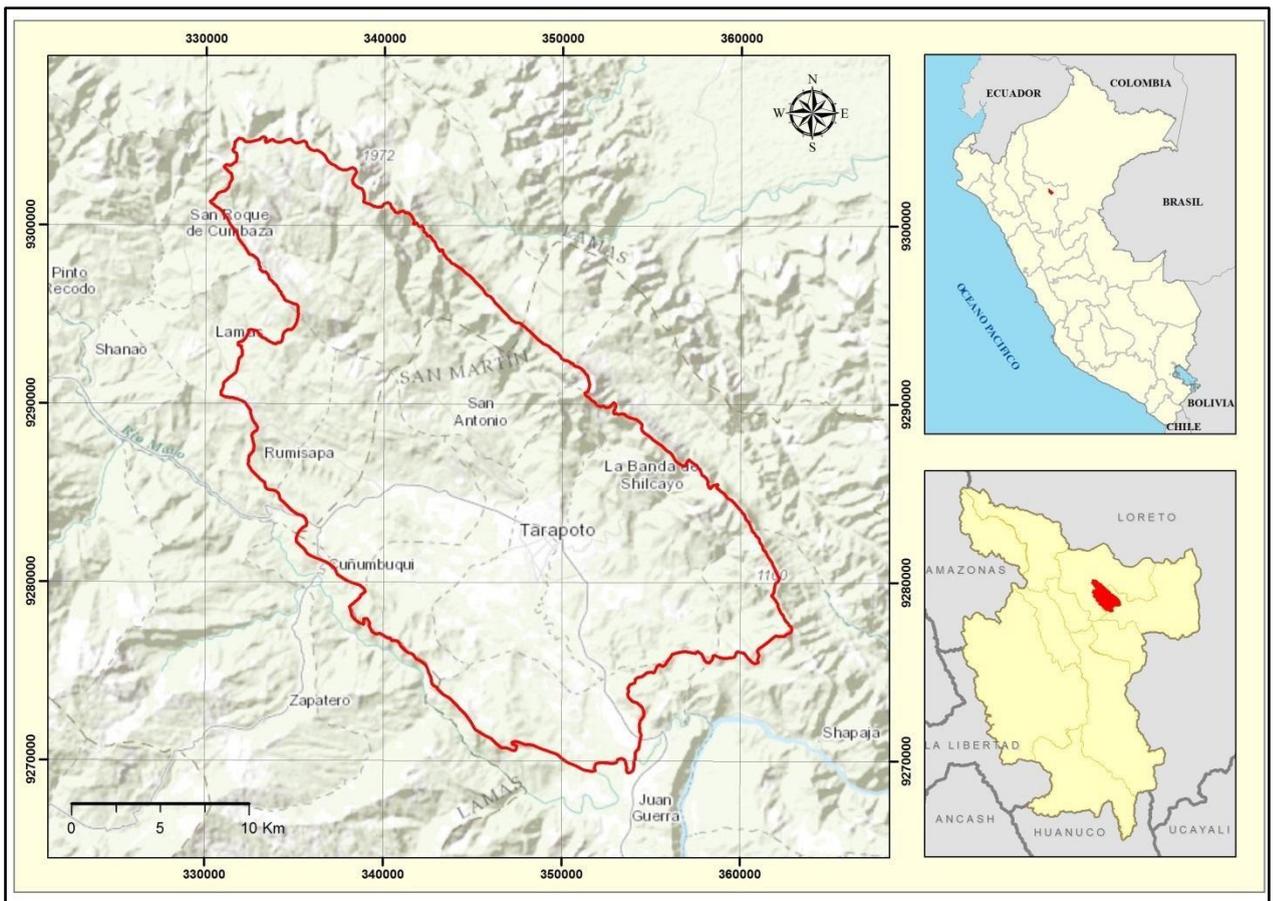
- Identificar en las imágenes de satélite puntos de referencia para su ubicación en campo.
- Localización de puntos de referencia en campo utilizando un equipo GPS submetrico.
- Corrección diferencial de datos de coordenadas tomados en campo.
- Establecimiento de puntos comunes a las imágenes y otras fuentes.
- Sistematización de los datos de coordenadas de los puntos de control.
- Calculo de las funciones de transformación entre las coordenadas de la imagen y las de las referencias.
- Transferencia de los niveles digitales originales a la posición corregida.

#### 3.3. Ubicación del ámbito de estudio

Se encuentra ubicada al Nor-Este del departamento de San Martín y comprende los distritos de Rumizapa, San Roque de Cumbaza y Lamas de la provincia de Lamas y los distritos de Banda Shilcayo, Juan Guerra, Morales, San Martín, San Antonio de Cumbaza, Tarapoto y Cacatachi de la provincia de San Martín (**Figura 1**), cuenta con una superficie de 57120 ha y una población de 141584 habitantes.

La subcuenca del río Cumbaza forma parte de la cuenca del río Mayo que a su vez pertenecen a la Región Hidrográfica del Amazonas, su principal río es el Cumbaza y complementan su red hídrica las quebradas Cachiyacu, Shilcayo, Ahuashiyacu y Pucuyacu por la margen izquierda y la quebrada Shupishiyacu por la margen derecha.

**Figura 1 Mapa de ubicación sub cuenca del río Cumbaza**



## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1 Materiales Satelitales

Los principales materiales satelitales utilizados se describen a continuación:

##### a. Imágenes de satélite RapidEye

Imágenes proporcionadas por el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo provenientes de la donación que hizo el gobierno japonés al Ministerio del Ambiente MINAM (**Figura 2**), en su totalidad constan de seis escenas de nivel 3A que corresponden a productos Ortho RapidEye o imágenes RapidEye ortorectificadas con un tamaño de 25 km por 25 km. Este producto está pensado para una gran variedad de que coaplicaciones que requieren imágenes con una geolocalización precisa y proyección cartográfica. Los datos están procesados para eliminar distorsiones causadas por el terreno. El producto Ortho RapidEye está corregido radiométricamente, a nivel de sensor, geoméricamente y referenciados a una proyección cartográfica que para este caso es WGS 84. La corrección

geométrica utiliza DEM con un paso de malla de entre 30 y 90 metros. Los productos Ortho producidos utilizando GCP procedentes de GeoCover 2000 y DEM SRTM tienen una precisión geométrica de 50m CE90 (32m RMSE) o mejor. En áreas con GCPs y DEM más precisos se puede alcanzar una precisión de 9m CE90 (6m RMSE). Estas precisiones son válidas para imágenes tomadas en Nadir sobre áreas planas (< 10 o de pendiente).

La información proporcionada en los productos 3A incluye tile ID, fecha y hora de adquisición, el satélite que adquirió la imagen, nivel de procesamiento, ID del pedido y formato del archivo (**Tabla 1**). El nombre de cada producto está diseñado para ser único, por ejemplo para el archivo 1836008\_2011-08-16\_RE2\_3A\_160937.tif, se refiere a un producto 3A se tiene los siguientes elementos:

- Rapid Tile ID: 1836008
- Fecha: 2011-08-16
- Satélite: RE2
- Nivel de procesamiento: 3A
- Numero de pedido: 160937
- Extensión del archivo: tif (GeoTIFF 6.0)

**Figura 2. Imágenes RapidEye del ámbito de estudio**



**Tabla 1. Imágenes RapidEye proporcionadas para la corrección geométrica.**

Archivo	Bandas	Browse	License	Metadata	Readme	Udm
1836008_2011-08-16_RE2_3A_160937	5	x	x	x	x	x
1836009_2012-08-01_RE5_3A_160954	5	x	x	x	x	x
1836107_2012-02-25_RE4_3A_160940	5	x	x	x	x	x
1836108_2011-08-16_RE2_3A_160937	5	x	x	x	x	x
1836109_2012-06-03_RE3_3A_160940	5	x	x	x	x	x
1836208_2011-08-16_RE2_3A_160937	5	x	x	x	x	x

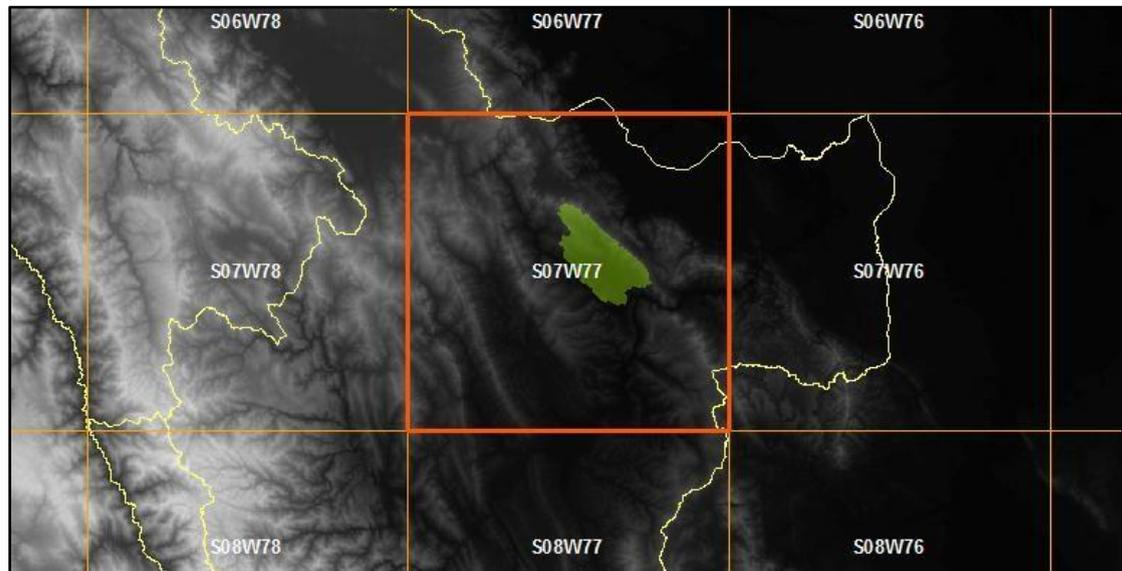
Fuente: CEDISA, PEHCBM y elaboración propia 2014.

### b. Imágenes GDEM Aster

La NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), diseñaron un mapa topográfico: ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model), creado a partir de 1,3 millones de imágenes estéreo recogidas por el radiómetro japonés llamado ASTER, las cuales están disponibles sin cargo a los usuarios de todo el mundo a través de descargas electrónicas. Este radiómetro es uno de los cinco instrumentos de observación de la Tierra que viajan a bordo del satélite americano TERRA, lanzado en diciembre del 1999.

ASTER GDEM se encuentran en formato GeoTIFF con coordenadas geográficas lat/long, con resolución espacial de 30 metros y hace referencia al geoid WGS84/EGM96 (**Figura 3**).

**Figura 3. Imagen ASTER GDEM del ámbito de estudio**



### **c. Imágenes Google Earth**

Este un sistema de información geográfica en línea, está compuesto por una superposición de imágenes de satélite, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos. Las imágenes que presenta el programa tienen cierto grado de exactitud cartográfica, también provienen de diferentes fuentes, resoluciones espaciales y temporales, debido a esto es que se tomo esta información como referencial en la identificación de puntos de control.

### **4.1.2 Materiales Cartográficos**

Los principales materiales satelitales utilizados se describen a continuación:

#### **a. Catastro Rural COFOPRI escala 1/10000**

Material cartográfico en formatos dwg de AutoCAD y jpg de imagen, este material fue proporcionado por COFOPRI, este material se realizo durante la ejecución del Proyecto Especial de Titulación de Tierras (PETT), se encuentra georreferenciadas en el sistema de coordenadas Universal Ttransversal Mercator (UTM) y Datum Provisional South American Datum (PSAD 56), debido a esto se tuvo que realizar el cambio al Datum WGS 84, el intervalo de grilla de los mapas es 1000m x 1000m y el año de publicación es de 1998.

La información que representa el presente material cartográfico básicamente se refiere a parcelas de cultivos agrícolas, representa también la planimetría y rasgos físicos de la zona de estudio, esto lo hace de mucha utilidad en la corrección geométrica de las imágenes de satélite.

#### **b. Puntos geodésicos**

Estos puntos son establecidos por el Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), y representan puntos monumentados en el terreno y que pertenecen a la Red Geodésica Nacional que no es mas que un conjunto de puntos situados sobre el terreno, dentro del ámbito del territorio nacional, establecidos físicamente mediante marcas permanentes, sobre los cuales se han realizado medidas directas y de apoyo de parámetros físicos, que permiten su interrelación y la determinación de su posición geográfica y cota.

Los datos que se extraen de estos puntos son coordenadas geodésicas que definen la posición del punto sobre la superficie del elipsoide, para nuestro caso el elipsoide World Geodetic System (WGS 84), estos se registran en fichas para su distribución y uso por las entidades que requieran de estos datos. Estos datos se

hace mención que deben estar referidos al Marco de Referencia Terrestre Internacional 1994 (ITRF94) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) con datos de la época 1995, que es el nuevo Sistema Geodésico de Referencia oficial para el Perú (**Tabla 2**).

**Tabla 2. Relación de puntos geodésicos entregados**

ORDEN	CÓDIGO	NORTE	ESTE	ALTURA ELIPSOIDAL	ZONA	ORDEN	SISTEMA	LOCALIDAD
1	TARA	9282495.045	349559.637	350.0303	18S	A	WGS84	Tarapoto
2	TARA	9279865.978	348644.311	263.0198	18S	A	WGS84	Tarapoto
3	BSH3	9280440.212	351001.007	293.3265	18S	C	WGS84	La Banda de Shilcayo
4	BSH4	9280698.651	350833.037	299.0845	18S	C	WGS84	La Banda de Shilcayo
5	MLS3	9284039.752	346162.578	284.2246	18S	C	WGS84	Morales
6	MLS4	9284145.584	345794.145	283.1298	18S	C	WGS84	Morales
7	MLS5	9283342.002	347831.631	324.6522	18S	C	WGS84	Morales
8	MLS6	9283316.015	347957.898	323.9049	18S	C	WGS84	Morales
9	TAR6	9280980.045	348395.989	275.3527	18S	C	WGS84	Tarapoto
10	TAR7	9281256.032	348635.913	283.8561	18S	C	WGS84	Tarapoto
11	TAR8	9284482.659	349267.649	446.5461	18S	C	WGS84	Tarapoto
12	TAR9	9284419.964	349102.587	426.1548	18S	C	WGS84	Tarapoto

Fuente: IGN, COFOPRI, PEHCBM y elaboración propia 2014

#### 4.1.3 Equipos y Programas

Se describe a continuación los programas utilizados:

##### a. TerraSync Professional v2.4

Software que viene incorporado en los dispositivos GPS de la marca Trimble y que cuenta con la interfase para la toma de puntos.

##### b. GPSBase – GPSNet

Software de Trimble que utiliza comunicaciones bidireccionales (GSM, GPRS) entre el servidor central GPSNet y los usuarios en campo. La característica principal de esta tecnología es que elimina de una forma muy importante los errores ionosféricos y troposféricos.

##### c. Pathfinder Office

Software de Trimble que permite realizar la corrección en postprocesamiento y cuyo formato de salida es shapefile.

#### **d. ArcGIS 10.1**

Software de procesamiento en Sistemas de Información Geográfica (SIG), contiene módulos de georeferenciación de imágenes de satélite.

#### **e. ENVI 4.8**

Software de procesamiento de teledetección en el cual se realizó el corte de las escenas y la generación del mosaico de las imágenes.

Dentro de los materiales y equipos utilizados tanto en las fases de gabinete y campo se enumeran a continuación los más utilizados:

- Mapa de ubicación de puntos de control
- Fichas datos de campo
- Indumentaria de seguridad
- Conos de seguridad para carreteras, color anaranjado
- Cámara fotográfica digital
- Impresora HP LaserJet P2055 dn
- Escaner HP ScanJet g3010
- Computadora portátil (laptop) marca Dell modelo Studio 1558 con Sistema Operativo Windows 7 Professional.
- GPS Trimble GeoExplorer XH 3000 con software
- GPS Trimble NetR9 GNSS con software
- Motocicleta lineal y camioneta 4 x 4

## **4.2 Métodos**

### **4.2.1 Fase de gabinete (Pre-campo)**

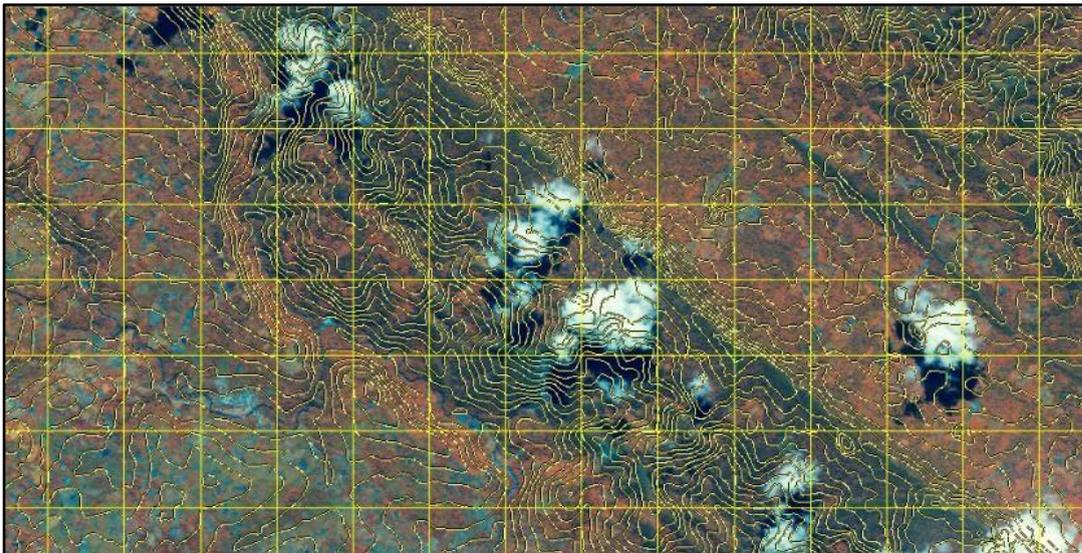
En esta fase, se realizó como actividad inicial la recolección y recopilación de datos e información cartográfica base correspondiente al área de estudio que cumpla con las condiciones de nivel y escala, el insumo más importante que se utilizó fueron las imágenes de satélite a corregir. En esta fase se gestionó mediante trámites administrativos a instituciones públicas para el intercambio de datos e información básicamente de tipo cartográfica y satelital (puntos geodésicos, curvas de nivel y modelos digitales de elevación, etc.)

La siguiente actividad corresponde a la sistematización y estandarización de datos e información recopilados que se realizó debido a que esta información se encontraba en distintos formatos como por ejemplo en formato papel o digital y de distintas fuentes. Para la sistematización se generó una estructura de almacenamiento en la cual se organizó la información seleccionada que cumpla con las condiciones de nivel y escala del estudio.

La estandarización consistió en normalizar toda la información recolectada partiendo de las capas de información raster o imágenes de satélite las cuales deben estar en formatos tif o img, las capas de información vectorial en formato shapefile, los datos de coordenadas se transformaron a formatos xls o dbf y los escaneados provenientes de la digitalización deben transformarse a formatos jpg o tif. Todo esto con la finalidad del procesamiento en programas de SIG y teledetección.

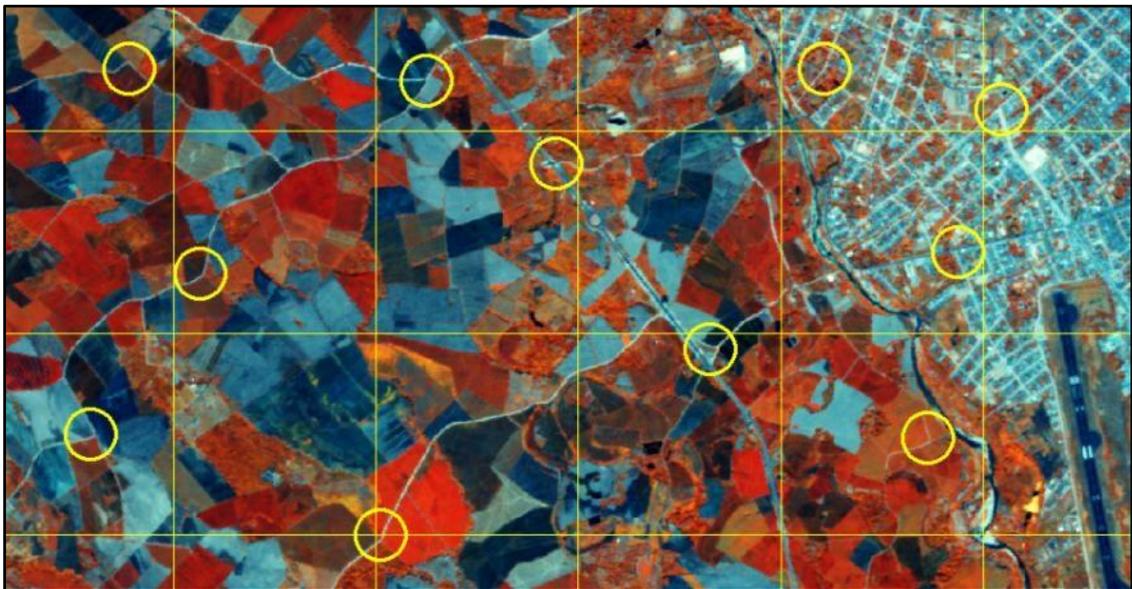
En la siguiente actividad se identificaron los puntos de control coincidentes entre la información cartográfica recopilada y las imágenes de satélite, la cual se realiza superponiendo todas las capas sistematizadas sobre las imágenes de satélite, se prepara una grilla de celdas de 1000 m de lado que cubran todo el área de estudio ya que para la distribución, conviene que los puntos de control se sitúen uniformemente sobre todo el territorio abarcado en la imagen, luego mediante revisión visual se debe identificar por lo menos un lugar de coincidencia entre la imagen y la información de referencia (**Figura 4**).

**Figura 4. Grilla generada por cada escena**



La siguiente actividad es la de ubicar vacíos de información para la identificación de puntos de control a ubicar en la fase de campo, debido a que no se cuenta con información oficial de toda el área de estudio es que se procede a ubicar zonas de vacío de información, ya en estas zonas se procede a fotoidentificar lugares probables en los cuales se hará la toma del punto de control con equipo satelital GPS de precisión submetrico, en cuanto a la localización se realizó en lugares identificables en la imagen y en el terreno preferiblemente en rasgos humanos del paisaje no sujetos a dinamismo temporal como, cruces de carreteras, plazas, cruces de calles, aeropuertos, etc. (**Figura 5**).

**Figura 5. Fotoidentificación para determinar puntos de control en campo**



La última actividad de esta fase fue la generación de protocolos de trabajo de campo los cuales se refieren al cuaderno de trabajo que servirá de apoyo en la ubicación e identificación de lugares probables para la toma puntos de control con GPS, contiene además fichas en la cuales se deben anotar datos de los lugares de toma con el equipo GPS, mapas de ubicación del ámbito de estudio y mapas de localización de los puntos de control.

#### **4.2.2. Fase de Campo**

En esta fase se realizan las siguientes actividades:

Coordinación de trabajo de campo, en esta actividad están incluidas las coordinaciones logísticas, coordinaciones con la entidad solicitante del servicio y coordinaciones entre

la brigada de campo y el especialista que se encuentra en gabinete.

La siguiente actividad es la de ubicación de los puntos de control realizando la toma diferencial apoyado por un equipo GPS, esta se realiza netamente en campo la brigada ubica el punto de control identificado en la imagen de satélite en el terreno apoyado en el cuaderno de campo, luego procede a la toma de datos utilizando el equipo GPS, mientras se realiza la toma del punto personal de apoyo va realizando el llenado de la ficha técnica del punto, croquis de referencia y hace la toma fotográfica respectiva para luego trasladarse al siguiente punto.

La última actividad de la fase de campo es la del post procesamiento de los datos recogidos en campo, esto lo realiza la brigada de campo y consiste en la corrección diferencial de los datos de coordenadas este, norte y altitud de los puntos de control tomados en campo utilizando datos precisos de una estación base ubicada en un punto geodésico conocido.

### **Coordinaciones previas y durante el trabajo de campo**

En esta fase, se realizaron las coordinaciones respectivas con los responsables del proyecto, con la finalidad de dar inicio a las actividades de campo y determinar la logística que respaldaría el trabajo, como el alquiler de movilidad a utilizar durante el periodo de trabajo de campo, los equipos GPS a utilizar en la toma de puntos y la coordinación con la entidad que prestara el servicio de rastreo mediante una estación base o de referencia.

En segundo lugar como parte de las actividades de coordinación para el trabajo de campo se consideró la conformación del equipo técnico y de apoyo en las actividades de campo a realizar. La siguiente es la lista de integrantes del equipo técnico y de apoyo para el trabajo de campo:

- Ing Juan José Palacios Vega – Consultor para la ortorrectificación.
- Ing. Gider Sangama Tapullima – Responsable del trabajo de campo.
- Sr. Manuel Abad Retete – Apoyo técnico.
- Sr. José Rolando Villalobos Tantalean – Apoyo técnico.

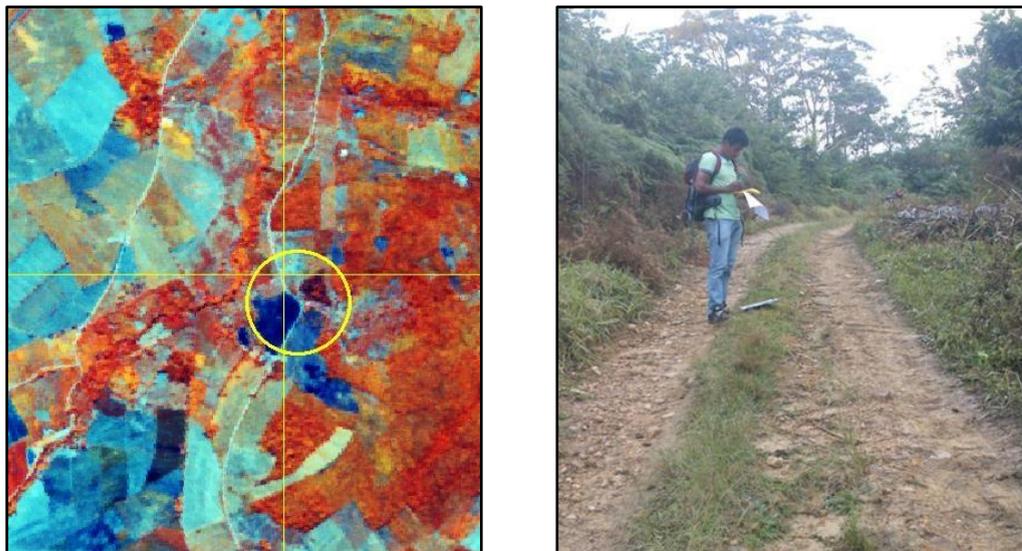
### **Ubicación y toma de puntos de control**

En primer lugar se realizó la revisión de los datos de coordenadas propuestos y que se plasman en el mapa de ubicación de puntos de control, esta revisión permite realizar la planificación mediante un itinerario de campo, de tal manera que permita distribuir los

puntos que se visitaran por los días que dure la fase de campo, este itinerario se realiza en base a la distribución espacial de los puntos, accesibilidad a los lugares a visitar, horario de disponibilidad y distribución de satélites, experiencia y conocimiento del ámbito de trabajo por parte del ingeniero responsable de campo.

En segundo lugar teniendo el itinerario se procedió a la visita y ubicación de los puntos propuestos, para este caso los puntos en el mapa se ubicaron principal y aproximadamente al centro de las vías, en este sentido la toma del punto con el GPS en campo se realizó en el eje de la carretera, de la misma manera se procedió con los demás puntos. En el caso que el punto propuesto en el mapa se ubicó en el empalme de dos vías, entonces se procedió a colocar el equipo GPS aproximadamente en la intersección del borde de la vía principal que colinda con la otra vía y el eje de esta última. Para el caso en que los puntos eran inaccesibles, se paso a la reubicación del punto en otros lugares que fueran fotoidentificables y accesibles (**Figura 6**).

**Figura 6. Identificación y toma en campo de puntos de control**



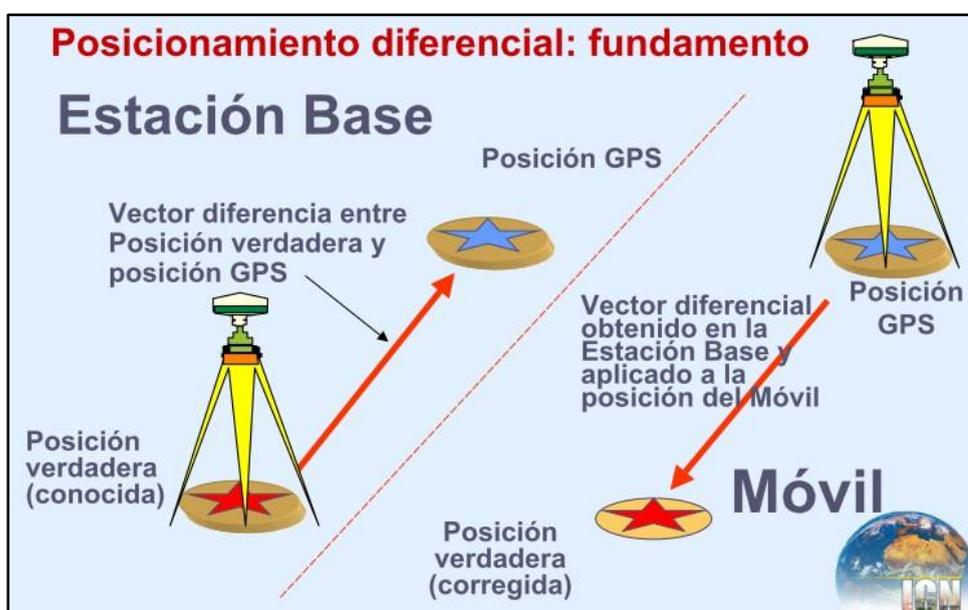
Para la captura en campo de datos de los puntos propuestos con el GPS se tomaron las siguientes consideraciones: el tipo de operación fue utilizando la técnica diferencial por código (**Figura 7**), se contó con un receptor GPS de referencia el cual se ubica en la ciudad de Juanjui, el receptor itinerante submetrico fue el GPS Trimble XH GeoExplorer serie 3000, el cual cuenta con el software Terra Sync Professional 2.4, modo de operación tipo estático (Código), el tiempo de intervalo de registro por punto fue de 1 minuto, el posicionamiento y codificación fue directo sobre el punto (**Tabla 3**).

**Tabla 3. Clasificación por precisión de tipos de receptores GPS-GNSS**

Denominación	Precisión	Canales	Frecuencias	Operación
Geodésicos	mm	24, 76, 216, 440	L1, L2, L2c, L5	Diferencial
Submétricos	< 1 m	12, 24	L1, L2	Diferencial
Navegadores	< 15 m / 3-5 m	8, 12	L1	Autónomo

Fuente: COFOPRI 2012

**Figura 7. Metodología de posicionamiento GPS por método diferencial**



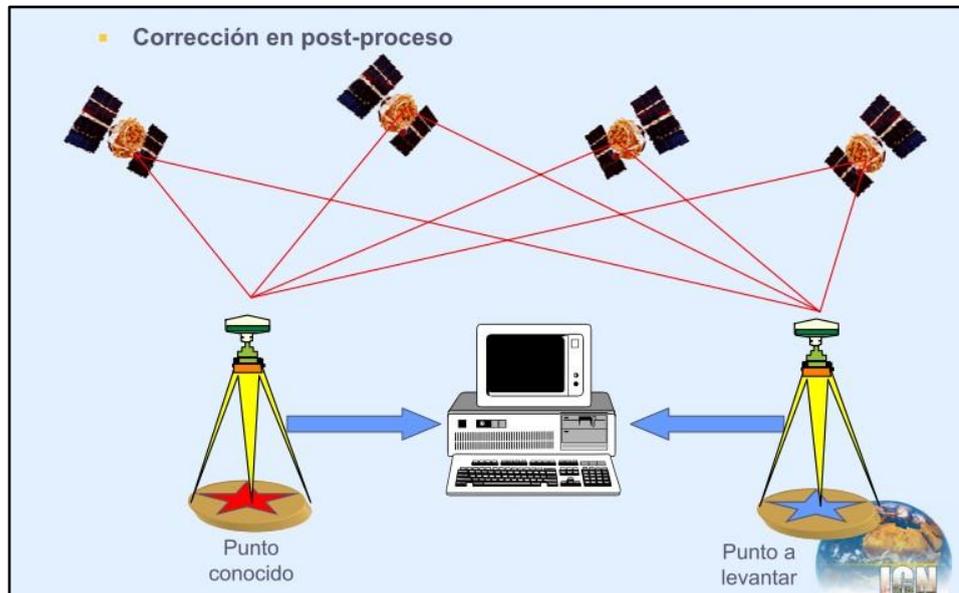
En tercer lugar y como actividades complementarias para poder documentar el trabajo de campo, se procedió al llenado de fichas con los datos de coordenadas de los puntos tomados en campo, así como, la toma del registro fotográfico respectivo.

### Procesamiento de datos de campo

En esta fase se realizan actividades de procesamiento de datos específicamente de los datos tomados y recolectados en campo los cuales se almacenaron en el equipo receptor itinerante submétrico (**Figura 8**), se realizó netamente en gabinete en las oficinas de Titulación, Reversión de Tierras y Catastro Rural de la Dirección Regional de Agricultura sede Tarapoto, utilizando los datos de la estación de rastreo permanente del Instituto Geográfico Nacional (Red Peruana de Monitoreo Continuo) ubicado en la

ciudad de Juanjuy, Provincia de Mariscal Cáceres.

**Figura 8. Método de corrección diferencial postproceso**



Debido a que el tipo de operación es diferencial se tuvo en consideración lo siguiente:

- Contar con un receptor base GPS/GNSS o ERP, el cual para este caso es un Trimble GNSS NetR9 el cual se encuentra posicionado en la ciudad de Juanjuy, describiendo una línea base de aproximadamente 137 Km. al ámbito de estudio.
- Contar con un receptor itinerante submetrico, el cual para este caso fue el Trimble GeoExplorer XH serie 3000, el cual cuenta con el software Terra Sync Professional 2.4.
- Para el procesamiento de datos se contó con el software Pathfinder Office.

Los estándares bajo los cuales se realizó el enlace inicial, registro de colección de datos (Rawdata) de la posición de cada punto y el cálculo diferencial son los siguientes:

- Sistema geodésico : ITRF2000
- Elipsoide: Geodetic Reference System de 1980 GRS80
- Datum: World Geodetic System de 1984 WGS 84
- Sistema de Proyección Cartográfico: Universal Transverse Mercator UTM.

### 4.2.3. Fase de gabinete 2 (Post-Campo)

En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

#### **Sistematización e integración de puntos de control tomados en campo y generados por otras fuentes**

En esta fase se integran los datos de coordenadas que se levantaron en campo y los que se obtuvieron de otras fuentes, se generaran dos archivos de texto, en cada archivo se debe diferenciar dos grupos de coordenadas de los puntos de control el primer grupo corresponde a las coordenadas de los puntos ubicados en la imagen (SOURCE) y el segundo grupo corresponde a las coordenadas de la ubicación real de los puntos de control o llamados también referencia (MAP), los archivos de texto se generan en Excel y luego se guardan como texto delimitado por espacios o tabulaciones y las definiciones SOURCE y MAP corresponden al formato archivo de puntos de control estándar para del ArcGIS 10.1.

En segundo lugar se realizó el corte de cada escena al área que le corresponde con el ámbito de estudio, este proceso se realizó en el software ENVI 4.8, este paso permitirá corregir la porción de escena a la cual se circunscriben los puntos de control.

#### **Calculo de las funciones de transformación entre las coordenadas de la imagen y las de las referencias**

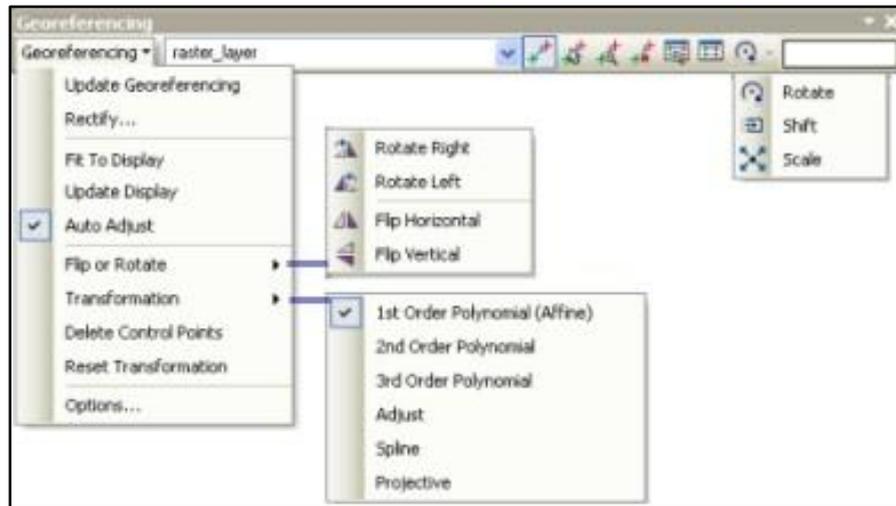
Esta actividad se realiza por cada escena ya cortada anteriormente, los puntos de control se utilizan para generar una transformación polinómica que desplazará la imagen desde su ubicación existente a la ubicación espacialmente correcta. La conexión entre un punto de control de la imagen (el punto de partida) y el punto de control correspondiente de los datos de destino alineados (el punto de destino) se considera un vínculo y es con este que se trabaja usando la herramienta Georeferencing del ArcGIS 10.1 (**Figura 9**).

Luego de tener los vínculos en se pasa a calcular la función de transformación de las coordenadas imagen vs. coordenadas referencia (Interpolación espacial). Para el caso de imágenes RapidEye y escala de trabajo 1/25000 se tomaron 120 puntos como mínimo en zonas casi planas y 180 como mínimo en zonas de relieve pronunciado esto debido a que el ámbito de estudio presenta mayor superficie de relieve pronunciado. En el programa ArcGIS 10.1 se aplicó la función de transformación por spline que requiere como mínimo 10 puntos de control.

La transformación por spline es un método de deformación elástica vectorial que es óptima solo para la exactitud local. Se basa en una función por spline, un polinomio por partes que mantiene la continuidad y suavidad entre polinomios adyacentes. Las

transformaciones por spline transforman los puntos de control de origen exactamente en puntos de control de destino.

**Figura 9. Herramienta Georeferencing del ArcGIS 10.1 utilizada para la corrección geométrica de las imágenes.**



La siguiente actividad que se realizó fue la validación de la interpolación espacial mediante el cálculo del error medio cuadrático en (RMS) y eliminación de los puntos con mayor valor residual el programa ArcGIS permite realizar el cálculo del RMS automáticamente al cargar todos los puntos de control y por medio de la utilización de la herramienta Ajuste Automático.

### **Transferencia de los niveles digitales originales a la posición corregida**

La actividad de transferencia de los valores digitales de los píxeles de la imagen a la nueva posición (interpolación radiométrica), consiste en el paso de posición de los píxeles de la imagen inicial, en este caso se utilizó el remuestreo por el método del Vecino más cercano (nearest neighbour), que sitúa en cada celdilla de la imagen corregida el Nivel Digital del pixel mas cercano de la imagen original.

Este método de remuestreo de vecino más cercano no cambia ninguno de los valores de las celdas de la imagen de entrada. El valor 2 de la imagen de entrada siempre será el valor 2 de la imagen de salida; nunca será 2,2 ni 3.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Fase de gabinete (Pre-campo)

En esta fase se obtuvieron los siguientes resultados:

- Registro de 150 puntos de referencia extraídos de las 06 imágenes de satélite, la escena 1836108\_2011-08-16\_RE2\_3A\_160937.tif tiene la mayor concentración de puntos de referencia ya que el ámbito de estudio abarca la mayor parte de su superficie en esta escena, cabe mencionar que estos 150 puntos fueron los que se llevaron a campo para su comprobación utilizando equipo receptor GPS submetrico.
- 65 mapas en formato A3 y escala 1/1000 en los cuales se representan la ubicación de los puntos a verificar en campo y la imagen de satélite de fondo esto para que se puede identificar en campo.
- 02 mapas en formato A0 y escala 1/100000 en los cuales se representan la ubicación de los puntos de control con respecto a toda el área de estudio. Esto para una ubicación general en el trabajo de campo.
- 150 fichas de registro de datos de campo, las cuales se prepararon para la utilización al momento de recolectar las coordenadas del receptor GPS, en estas fichas se consignó los datos de las coordenadas de los puntos de control, el sistema de referencia, ubicación del lugar de toma, fecha, hora de toma, croquis del lugar de toma, código de fotografía y nombre del responsable del equipo técnico que realizó la toma.

### 5.2. Fase de campo

- De la ubicación y toma de datos de los puntos de control utilizando un equipo GPS submetrico se tiene como resultado un total de 105 puntos tomados en 15 días de trabajo de campo y los datos obtenidos y almacenados en el dispositivo GPS corresponden a coordenadas Este y Norte UTM y Datum WGS 84.
- Del procesamiento de datos se tiene como resultados 105 puntos corregidos de los cuales se tomó una muestra de 101 puntos para el cálculo estadístico, obteniendo 98 puntos con precisión menor de 0.5 m que representan un 97% del total y un promedio de precisión de 0.15 m, que para la escala a la cual se corregirá las imágenes de satélite es excelente la precisión alcanzada, el resto de puntos que son 3 alcanzaron precisiones mayores a 0.5 m representando el 3% del total y un promedio de precisión de 0.77 m, (**Tabla 4**).

**Tabla 4. Resultados cálculo de la precisión de datos corregidos post procesamiento**

Datos Estadísticos	Puntos	%	Promedio Precisión (m)
Muestra	101	100	
Precisión <= 0.5 m	98	97	0.15
Precisión > 0.5 m	3	3	0.77
Procesados - Corregidos diferencialmente	101	100	
Procesados - Sin Corregir	0	0	

Fuente: elaboración propia 2014

### 5.3. Fase de gabinete (Post-campo)

En esta fase se obtuvieron los siguientes resultados:

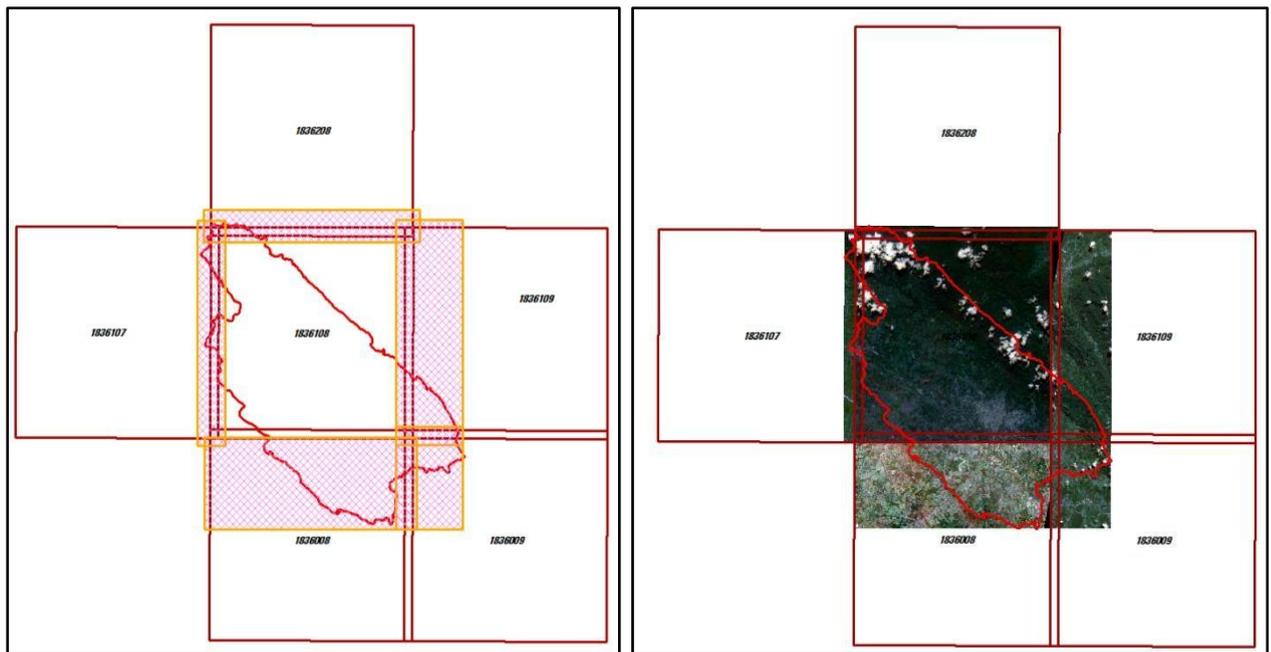
- Del corte de las imágenes realizado en el programa ENVI 4.8 (**Figura 10**) se obtuvo 05 porciones de escenas y 01 escena se mantuvo completa de acuerdo al ámbito de estudio de la sub cuenca del río Cumbaza y la disponibilidad de puntos de control (**Tabla 5**).

**Tabla 5. Porciones de Imágenes obtenidas en corte con ENVI 4.8**

Archivos de imagen	
1836008_2011-08-16_RE2_3A_160937_clip.tif	Porción de imagen
1836009_2012-08-01_RE5_3A_160954_clip.tif	Porción de imagen
1836107_2012-02-25_RE4_3A_160940_clip.tif	Porción de imagen
1836108_2011-08-16_RE2_3A_160937.tif	Escena completa
1836109_2012-06-03_RE3_3A_160940_clip.tif	Porción de imagen
1836208_2011-08-16_RE2_3A_160937_clip.tif	Porción de imagen

Fuente: elaboración propia 2014

**Figura 10. Esquema de corte de las escenas de acuerdo al ámbito de estudio**



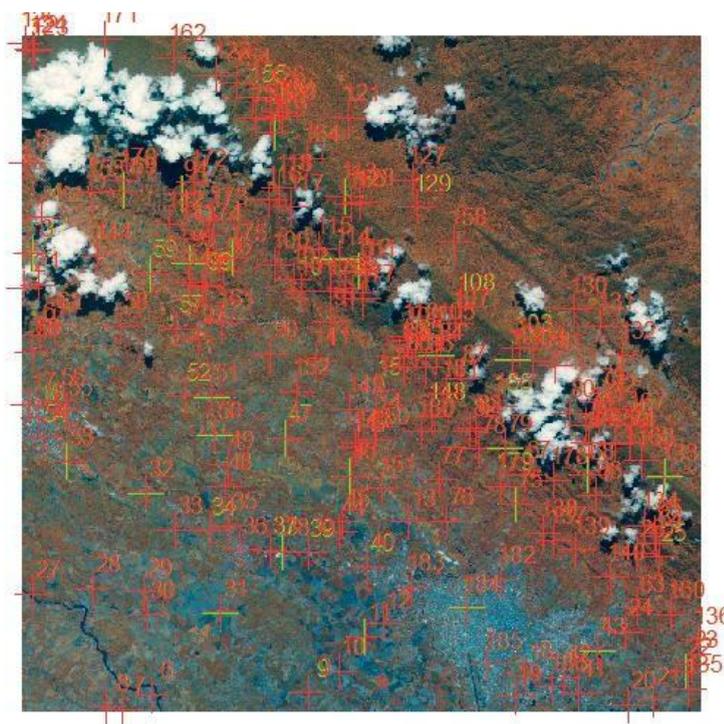
- 330 puntos de control en formato .txt de la ubicación y toma de datos de los puntos de control utilizando un equipo GPS submetrico y de otras fuentes, en la **Tabla 6** se resumen la cantidad de puntos de control por imagen de satélite. (**Figura 11**)

**Tabla 6. Número de puntos de control por porción de escena**

Archivos de imagen	Número de puntos de control
1836008_2011-08-16_RE2_3A_160937	41
1836009_2012-08-01_RE5_3A_160954	21
1836107_2012-02-25_RE4_3A_160940	31
1836108_2011-08-16_RE2_3A_160937	186
1836109_2012-06-03_RE3_3A_160940	32
1836208_2011-08-16_RE2_3A_160937	19
<b>Total</b>	<b>330</b>

Fuente: elaboración propia 2014

**Figura 11. Puntos de control vinculados y ubicados 1836108\_2011-08-16\_RE2\_3A\_160937**



- El error medio cuadrático que en su siglas en ingles RMS por cada escena se resumen en la **Tabla 7**, en la se muestra un valor de error por debajo de la unidad esto es por el tipo de transformación spline debido a que los puntos de control son importantes y se necesitaba que se registren de forma precisa ya que el método utilizado para la toma de puntos de control fue utilizando equipo GPS submetrico y corrección diferencial.

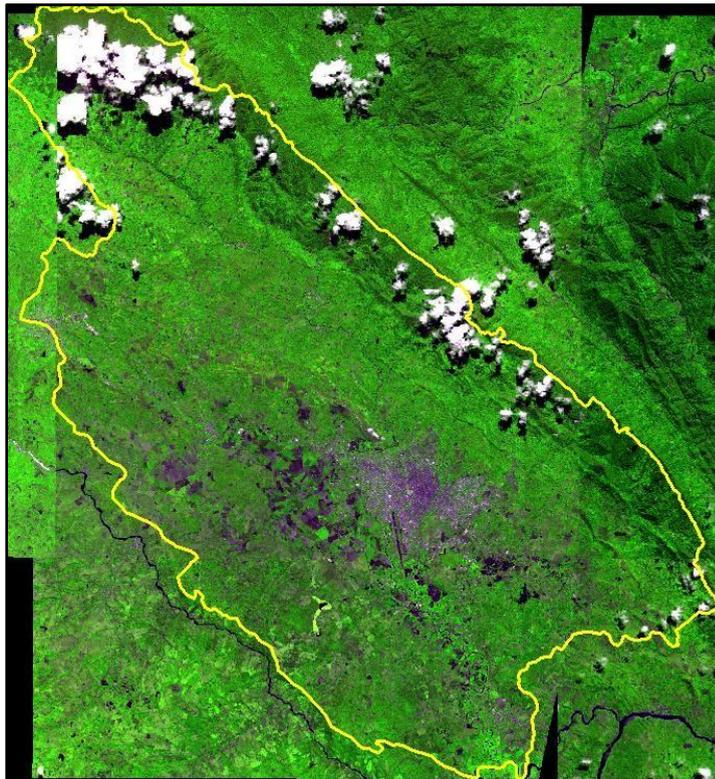
**Tabla 7. Error medio cuadrático de los puntos de control por escenas**

Archivos de imagen	RMS
1836008_2011-08-16_RE2_3A_160937	0.00382
1836009_2012-08-01_RE5_3A_160954	0.12567
1836107_2012-02-25_RE4_3A_160940	0.00869
1836108_2011-08-16_RE2_3A_160937	0.08022
1836109_2012-06-03_RE3_3A_160940	0.00023
1836208_2011-08-16_RE2_3A_160937	0.00369

Fuente: elaboración propia 2014

- Como resultado final se obtuvo 01 escenas completa y 05 porciones de escenas corregidas geoméricamente utilizando puntos de control recolectados en campo con equipo GPS submetrico y corrección diferencial de los datos de coordenadas y para complementar el estudio y manejo de información de las escenas en un solo archivo se construyó un mosaico de las escenas corregidas (**Figura 12**).

**Figura 12. Mosaico de imágenes de satélite RapidEye corregidas geoméricamente**



## VI. CONCLUSIONES

- De forma general se concluye que se logro corregir geoméricamente las seis escenas de imágenes del satélite RapidEye de nivel 3A del ámbito de la subcuena del río Cumbaza, utilizando puntos de control tomados con GPS submetrico y corrección diferencial lo que permitió obtener una precisión por debajo de 1 metro que luego se complemento con puntos de control extraídos de otras fuentes oficiales, el método de corrección utilizado fue el spline que permitió obtener también una precisión en la vinculación de los puntos de control de la imagen con los de la referencia con un RMS por debajo de la unidad, con esto los pixeles de las escenas fueron remuestreados utilizando la transformación vecino mas cercano que permitió finalmente la transferencia de los niveles digitales originales a la posición corregida

## ANEXOS

### Anexo 01: Registro fotográfico



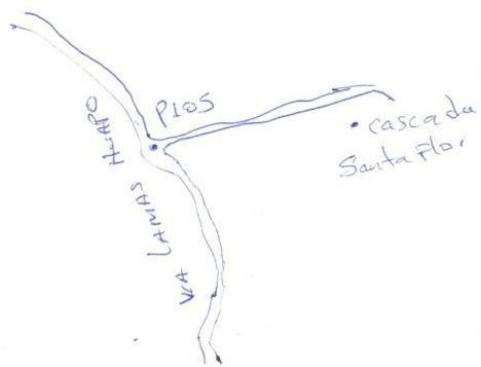
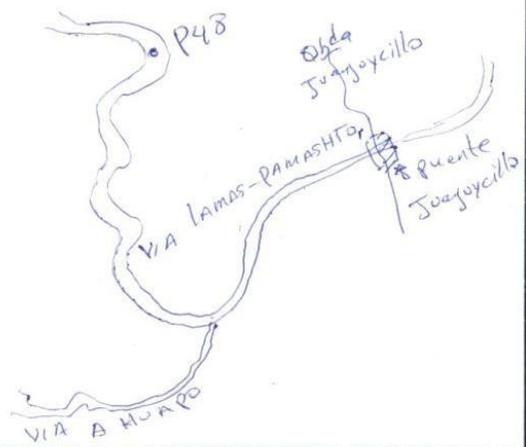
**Foto 2. Tomado en la vía FBT**



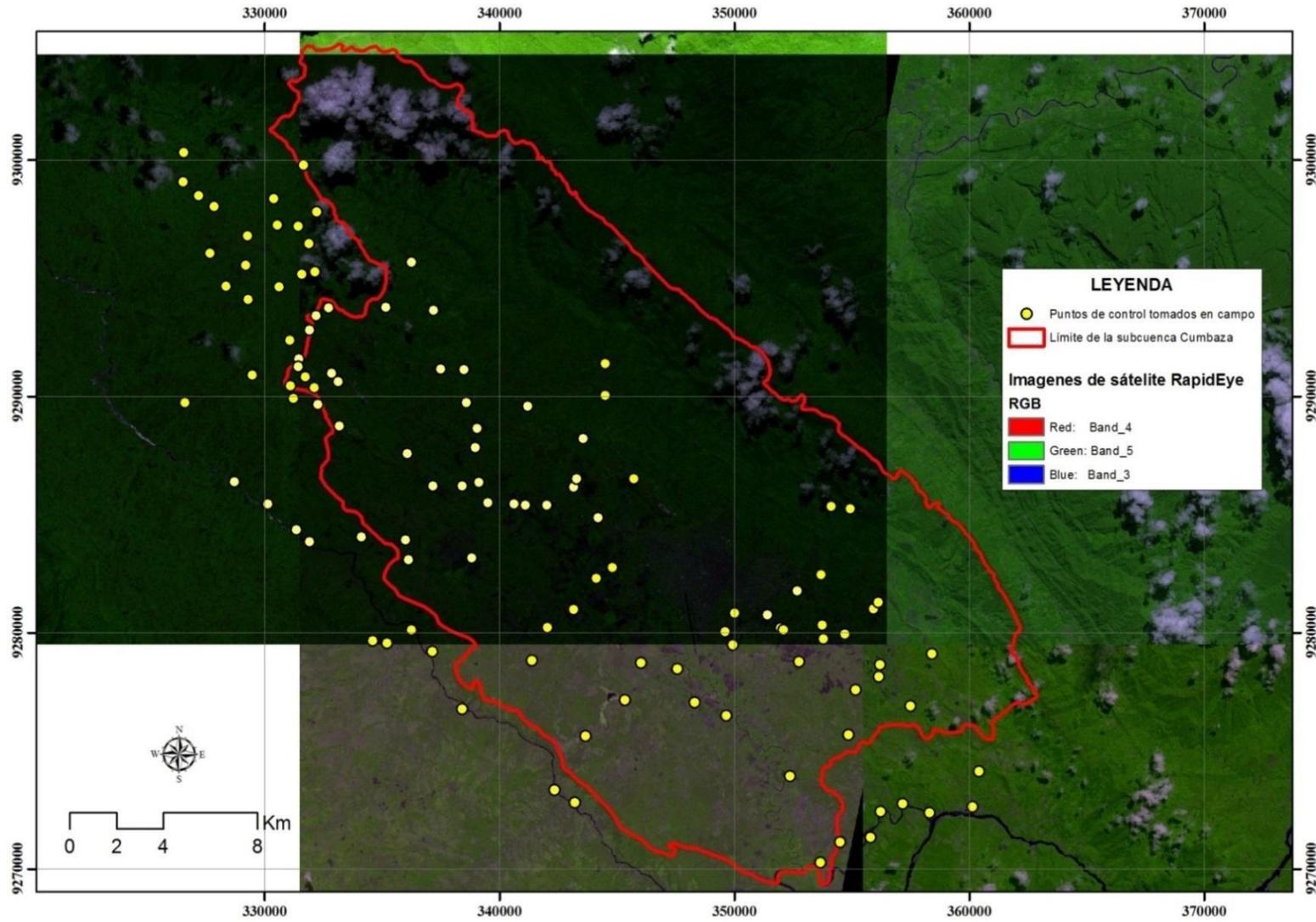
**Foto 4. Tomado en el cruce de vías Alto Shambuyacu y Alto Chontal**

## Anexo 02: Modelo de ficha de registro de campo

### ORTORECTIFICACIÓN DE IMÁGENES DE SATELITE RAPIDEYE/DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL GEODESICOS

CÓDIGO	P55	CÓDIGO	P105	CÓDIGO	P48
SISTEMA DE COORDENADAS	UTM	SISTEMA DE COORDENADAS	UTM	SISTEMA DE COORDENADAS	UTM
ESTE	328254,43	ESTE	329296,90	ESTE	330602,79
NORTE	9294689,01	NORTE	9294141,51	NORTE	9294658,79
ALTURA GEOIDAL	575,33	ALTURA GEOIDAL	533,01	ALTURA GEOIDAL	612,12
CÓDIGO FOTOGRAFIA	RE4-3A-021	CÓDIGO FOTOGRAFIA	RE4-3A-021	CÓDIGO FOTOGRAFIA	RE4-3A-021
CROQUIS		CROQUIS		CROQUIS	
DESCRIPCION	punto tomado cerca a un badeñ en la vía que conduce de lamas-Huap0	DESCRIPCION	punto tomado en el Baden vía lamas-Huap0, en cruce a la entrada a la cascada Santa Flor	DESCRIPCION	punto Tomado en la vía Lamas Pamashita en una alcantarilla
FECHA	28/07/14	FECHA	28/07/14	FECHA	28/07/14
ESTABLECIDO POR	Gider Sangama Tapullima	ESTABLECIDO POR	Gider Sangama Tapullima	ESTABLECIDO POR	Gider Sangama Tapullima

### Anexo 03: Mapa de localización puntos de control tomados en campo.



## Anexo 04: Fichas técnicas de puntos geodésicos utilizados



### INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DIRECCIÓN DE GEODESIA DESCRIPCION MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> BSH3	<b>LOCALIDAD:</b> LA BANDA DE SHILCAYO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL		
<b>UBICACIÓN:</b> OVALO DEL PERIODISTA		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°30'28.820930"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°20'51.075800"		
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9280440.212 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 351001.007 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 293.3265 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999874717669	<b>ORDEN</b> C
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: LA BANDA DE SHILCAYO Provincia: SAN MARTIN Departamento: SAN MARTIN				
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "BSH3", se encuentra ubicado en el óvalo del Periodista en la carretera Fernando Belaunde Terry.				
<b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - BSH3 - C - 2010".				
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.				
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>	
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010	
Valdez Carrillo Johnny Martín				



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> BSH4	<b>LOCALIDAD:</b> LA BANDA DE SHILCAYO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> COSTADO DE LA CARRETERA FERNANDO BELAUDE TERRY		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 06°30'20.392370"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 76°20'56.521070"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 9280698.651 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 350833.037 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 299.0845 m	<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.99987533733	<b>ORDEN</b> C
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: LA BANDA DE SHILCAYO Provincia: SAN MARTIN Departamento: SAN MARTIN  <b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "BSH4", se encuentra ubicado al costado de la carretera Fernando Belaunde Terry, a 10 m aproximadamente de la escuela de Sub oficiales.  <b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - BSH4 - C - 2010".  <b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martin			



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
DIRECCION DE GEODESIA

TARJETA DE VALORES

NOMBRE/ESTACION		ESTABLECIDA POR
TARAPOTO		IGN
NUMERO/CODIGO		CARACTERISTICAS DE LA MARCA
TARA		DISCO DE BRONCE 9CM
LOCALIDAD		UBICACION
TARAPOTO		AEROPUERTO
DATUM		ELIPSOIDE
WGS-84/TRF 94		WGS 84 / GRS 80
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
6° 30' 47.31004" S	76° 22' 07.84053" W	2630198 m
X GEOCENTRICA	Y GEOCENTRICA	Z GEOCENTRICA
1493563.793	-615899 7.334	-718696.649
NORTE	ESTE	ZONA UTM
9279865.978	348644.311	18
MODELO GEODAL	ALTURA GEODAL	COTA ORTOMETRICA
E G M 96	251.172	
N° HOJA	CODIGO INTERNACIONAL	NOMBRE DE LA HOJA
13-K	1658	TARAPOTO
FECHA		ORDEN "A"
01 MAR 98		

DESCRIPCION:

LA ESTACION SIRGAS TARAPOTO SE ENCUENTRA LOCALIZADA EN EL AEROPUERTO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL DISTRITO DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN.

SE ENCUENTRA UBICADO EN EL JARDIN EXTERIOR FRENTE A LA VILLA DE VIVIENDA CORPAC.

MARCA DE ESTACION:

ES UNA PLACA DE BRONCE DE 9cm INCRUSTADO EN UN BLOQUE DE CONCRETO Y SOBRE SALE 10cm DEL NIVEL DEL SUELO

ESTACION DESIGNATION - YEAR 1994.





**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> MLS3	<b>LOCALIDAD:</b> MORALES	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL		
<b>UBICACIÓN:</b> OVALO DEL SOLDADO		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 06°28'31.205780"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 76°23'28.251530"		
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 9284039.752 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 346162.578 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 284.2246 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999892846112	<b>ORDEN</b> C
<p><u>CROQUIS</u></p>				
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: MORALES          Provincia: SAN MARTIN          Departamento: SAN MARTIN</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "MLS3", se encuentra ubicada en el óvalo del Soldado que se encuentra en la carretera Fernando Belaunde Terry, al frente de la discoteca "El Bunker".</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDP! - MLS3 - C - 2010".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.</p>				
<b>DESCRITA POR:</b>		<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo		My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Marlin				



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> MLS4	<b>LOCALIDAD:</b> MORALES	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> COSTADO DE LA CARRETERA FERNANDO BELAUNDE TERRY		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°28'27.727410"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°23'40.234180"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9284145.584 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 345794.145 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 283.1298 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999894250237
		<b>ORDEN</b> C	
<p><b>CROQUIS</b></p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: MORALES          Provincia: SAN MARTIN          Departamento: SAN MARTIN</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "MLS4", se encuentra ubicado al costado de la carretera Fernando Belaunde Terry</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - MLS4 - C - 2010".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martin			



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> MLS5	<b>LOCALIDAD:</b> MORALES	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> COSTADO DE LOSA DEPORTIVA		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°28'54.070250"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°22'33.986970"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9283342.002 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 347831.631 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 324.6522 m	<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999886527236	<b>ORDEN</b> C
<b>CROQUIS</b> 			
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: MORALES Provincia: SAN MARTIN Departamento: SAN MARTIN  <b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "MLS5", se encuentra al costado de una losa deportiva, a 20 m aproximadamente del coliseo cerrado y a pocos m de la carretera Fernando Belaunde Terry.			
<b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - MLS5 - C - 2010".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martín			



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> MLS6	<b>LOCALIDAD:</b> MORALES	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> FRENTE A LA ESTACION DE BOMBEROS		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 06°28'54.927460"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 76°22'29.679340"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 9283316.015 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 347957.898 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 323.9049 m	<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999886052009	<b>ORDEN</b> C
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: MORALES Provincia: SAN MARTIN Departamento: SAN MARTIN			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "MLS6", se encuentra ubicada al frente de la Estación de Bomberos, al costado de la carretera Fernando Belaunde Terry, a pocos metros del límite distrital entre Morales y Tarapoto.			
<b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - MLS6 - C - 2010".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martin			



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> TAR6	<b>LOCALIDAD:</b> TARAPOTO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> BERMA AL COSTADO DEL JR. JOSÉ OLAYA		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 06°30'11.017670"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 76°22'15.825380"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 9280980.045 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 348395.989 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 275.3527 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999884405932
		<b>ORDEN</b> C	
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: TARAPOTO Provincia: SAN MARTIN Departamento: SAN MARTIN			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "TAR6", se encuentra ubicado en la berma que está al costado de un depósito de cerveza, en el cruce de el Jr. José Olaya con la vía que conduce al aeropuerto.			
<b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm, ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - TAR6 - C - 2010".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martín			



## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

DIRECCIÓN DE GEODESIA

### DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> TAR7	<b>LOCALIDAD:</b> TARAPOTO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL		
<b>UBICACIÓN:</b> CRUCE DE LAS CALLES JOSÉ OLAYA Y ABANCAY		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°30'02.053580"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°22'07.991290"		
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9281256.032 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 348635.913 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 283.8561 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999883506661	<b>ORDEN</b> C
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: TARAPOTO Provincia: SAN MARTÍN Departamento: SAN MARTÍN				
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "TAR7", se encuentra en el cruce de las calles José Olaya y Abancay.				
<b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en la azotea de la Municipalidad Distrital de Atiquipa y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - TAR7 - C - 2010".				
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.				
<b>DESCRITA POR:</b>		<b>REVISADO:</b>		<b>JEFE PROYECTO:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo		My. Ing. C. Sierra F.		Cap. Ing. H. Segura M.
Valdez Carrillo Johnny Martin				Mayo 2010



## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

DIRECCIÓN DE GEODESIA

### DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> TAR8	<b>LOCALIDAD:</b> TARAPOTO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> FRENTE AL PROYECTO ESPECIAL HUALLAGA CENTRAL Y BAJO MAYO		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°28'17.060190"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°21'47.143960"	
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9284482.659 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 349267.694 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 446.5461 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999881145798
		<b>ORDEN</b> C	
<p><b>CROQUIS</b></p>			
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>            Distrito: TARAPOTO            Provincia: SAN MARTIN            Departamento: SAN MARTIN</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>            La Estación "TAR8", se encuentra ubicado al frente del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b>            Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en la azotea de la Municipalidad Distrital de Atiquipa y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - ATQ1 - C - 2010".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>            Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.</p>			
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martín			



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> TAR9	<b>LOCALIDAD:</b> TARAPOTO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL		
<b>UBICACIÓN:</b> COSTADO DE LA CALLE		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°28'19.086920"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°21'52.523490"		
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9284419.964 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 349102.587 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 426.1548 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999881761926	<b>ORDEN</b> C
<p><b>CROQUIS</b></p>				
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: TARAPOTO          Provincia: SAN MARTIN          Departamento: SAN MARTIN</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "TAR9", se encuentra ubicado a 300 m aproximadamente al suroeste del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en la azotea de la Municipalidad Distrital de Atiquipa y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - TAR9 - C - 2010".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.</p>				
<b>DESCRITA POR:</b>		<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>
Ing. Enrico Castro Giancarlo		My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010
Valdez Carrillo Johnny Martin				



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> TARA	<b>LOCALIDAD:</b> TARAPOTO	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL		
<b>UBICACIÓN:</b> MUNICIPALIDAD		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM		
<b>LATITUD ( S ) WGS-84</b> 06°29'21.796250"		<b>LONGITUD ( O ) WGS-84</b> 76°21'37.814850"		
<b>NORTE ( Y ) WGS-84</b> 9282495.045 m		<b>ESTE ( X ) WGS-84</b> 349559.637 m		
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 350.0303 m		<b>ZONA UTM</b> 18 SUR	<b>FACTOR ESCALA</b> 0.999880057728	<b>ORDEN</b> A
<p align="center"><b>CROQUIS</b></p>				
<p><b>LOCALIZACIÓN:</b>          Distrito: TARAPOTO          Provincia: SAN MARTIN          Departamento: SAN MARTIN</p> <p><b>DESCRIPCIÓN:</b>          La Estación "TARA", se encuentra ubicada en el techo de la Municipalidad Provincial de Tarapoto, a espaldas del mercado de dicha localidad.</p> <p><b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b>          Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en la azotea de la Municipalidad Distrital de Atiquipa y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - TARA - A - 2010".</p> <p><b>REFERENCIA:</b>          Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 13-k Tarapoto.</p>				
<b>DESCRITA POR:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>JEFE PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>	
Ing. Ruiz Rios Javier	My. Ing. C. Sierra F.	Cap. Ing. H. Segura M.	Mayo 2010	
Ramírez Flores Alber				

## **Anexo 05: Ficha técnica de productos RapidEye - Blackbridge**





**BlackBridge**  
Delivering the World

# Imágenes Satelitales

# Especificaciones Técnicas

Version 6.0 | Noviembre 2013

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>CONSTELACIÓN DE SATÉLITES RAPIDEYE</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS DE IMAGEN RAPIDEYE</b> .....	<b>8</b>
3.1.	RapidEye Basic – Especificaciones del Producto Nivel 1B (Level 1B) .....	8
3.2.	Ortho RapidEye – Especificaciones del producto Nivel 3A (Level 3A).....	10
3.3.	especificaciones del producto rapideye <i>ortho</i> TAKE –Nivel 3B.....	11
3.4.	Atributos de la Calidad de los Productos .....	12
3.4.1.	Precisión Geométrica de los Productos .....	12
3.4.1.1.	Precisión de los Productos Basic (1B) RapidEye.....	12
3.4.1.2.	Precisión de los Productos <i>Ortho</i> (3A) RapidEye .....	12
3.4.1.3.	Precisión de los Productos <i>Ortho Take</i> (3B) RapidEye .....	13
3.4.2.	Nubosidad.....	13
3.4.3.	Corregistro de Bandas.....	14
3.4.4.	Precisión Radiométrica y Radiometría de los Productos .....	14
<b>4</b>	<b>OPCIONES DE PRODUCTOS Y ENTREGA</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>LICENCIA DE PRODUCTOS</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>NOMBRE DE LOS PRODUCTOS</b> .....	<b>18</b>
6.1.	nomenclatura de productos 1b - <i>basic</i> .....	18
6.2.	nomenclatura de productos 3A – <i>ortho</i> .....	19
6.3.	nomenclatura de productos 3B – <i>ortho TAKE</i> .....	20
<b>7</b>	<b>ENTREGA DE PRODUCTOS</b> .....	<b>22</b>
7.1.	opciones de entrega .....	22
7.2.	archivos de entrega.....	22
7.2.1.	Archivo <i>Readme</i> de la entrega .....	22
7.2.2.	<i>Shapefile</i> del Área de Interés (AOI).....	23
7.2.3.	<i>Shapefile</i> de resumen de la entrega .....	23
7.2.4.	Archivo <i>KMZ</i> de resumen de la entrega.....	24
7.2.5.	Archivo <i>checksum</i> de la entrega .....	24
7.3.	estructura de la carpeta de entrega .....	24
<b>8</b>	<b>DATOS DE APOYO DE LAS IMÁGENES</b> .....	<b>26</b>
8.1.	Archivo XML de metadatos generales .....	26
8.1.1.	Contenido .....	27
8.1.2.	Nomenclatura .....	36
8.2.	Archivo XML de metadatos de la plataforma .....	37
8.2.1.	Contenido .....	37
8.2.2.	Nomenclatura .....	39
8.3.	Archivo XML de RPCs de la imagen .....	40
8.3.1.	Contenido .....	40
8.3.2.	Nomenclatura .....	41
8.4.	Archivo de Imagen <i>Browse</i> .....	41
8.4.1.	Contenido .....	41
8.4.2.	Nomenclatura .....	42

8.5.	Máscara de Datos Inutilizables (UDM).....	42
8.5.1.	Contenido .....	42
8.5.2.	Nomenclatura .....	43
8.6.	Archivo de Licencia .....	43
8.6.1.	Contenido .....	44
8.6.2.	Nomenclatura .....	44
8.7.	Archivo <i>Readme</i> .....	44
8.7.1.	Contenido .....	44
8.7.2.	Nomenclatura .....	44
<b>APÉNDICE A – GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>		<b>45</b>
<b>APÉNDICE B – DEFINICIÓN DE LA CUADRICULA DE CELDAS.....</b>		<b>47</b>
<b>APÉNDICE C – ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL ARCHIVO NITF.....</b>		<b>50</b>

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Especificaciones del Sistema RapidEye.....	7
Tabla 2:	Niveles de Procesamiento de Productos de Imagen RapidEye .....	8
Tabla 3:	Atributos del producto <i>Basic</i> RapidEye. ....	9
Tabla 4:	Atributos del producto <i>Ortho</i> RapidEye .....	11
Tabla 5:	Atributos del producto <i>Area-based Ortho</i> RapidEye .....	12
Tabla 6:	Opciones de Procesamiento y Entrega de Productos.....	16
Tabla 7:	Valores de nombre para productos 1B por categoría .....	19
Tabla 11:	Descripción de los campos del archivo XML de metadatos generales .....	36
Tabla 12:	Descripción de los campos del archivo XML de metadatos de la plataforma .....	39
Tabla 13:	Descripción de los campos del archivo XML de metadatos de la plataforma .....	41
Tabla 14:	Contenido del archivo <i>Readme</i> .....	44
Tabla 15:	Contenido de la cabecera principal del Archivo NITF .....	52
Tabla 16:	Contenidos de la Sub-cabecera del archivo NITF .....	55
Tabla 17:	Contenido de la porción RPC00B (Rapid Positioning Capability) Sub-cabecera del NITF .....	56
Tabla 18:	Contenido de la porción STDIDC (ID Estándar del Formato de Extensión) de la sub-cabecera del archivo NITF .....	57
Tabla 19:	Contenido de la porción USE00A (Explotación de la Facilidad de Uso) de la sub-cabecera del archivo NITF58	

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2:	Explicación de la máscara de datos inutilizables .....	43
-----------	--	----

Figura B-1 Disposición de los husos UTM.....	47
Figura B-2 Disposición de la cuadrícula de celdas dentro de un huso UTM.....	48
Figura B-3 Ilustración del plan de filas y columnas para una zona UTM.....	49
Figura C-1 Estructura del archivo NITF 2.0.....	50

## Abreviaciones

<b>AOI</b>	Área de Interés
<b>CCD</b>	Charged-Coupled Device
<b>CE90</b>	Error Circular 90%
<b>DEM</b>	Modelo Digital de Elevación
<b>DTED</b>	Datos Digitales de Elevación de Terreno
<b>GCP</b>	Punto de Control
<b>GML</b>	Geography Markup Language
<b>GS</b>	Segmento Terreno
<b>IFOV</b>	Campo de Visión Instantáneo
<b>ISD</b>	Datos de Apoyo de Imágenes
<b>JFIF</b>	Formato de Intercambio de Archivos
<b>JPEG</b>	Joint Photographic Experts Group
<b>MTF</b>	Función de Transferencia de Modulación
<b>N/A</b>	No Aplicable
<b>NIR</b>	Infrarrojo próximo
<b>NMAS</b>	Estándar Nacional de Precisión Cartográfica
<b>NITF</b>	Formato de Transmisión Nacional de Imágenes
<b>RPC</b>	Coeficientes de Polinomios Racionales o Coordenadas de Posicionamiento Rápido
<b>SRTM</b>	Shuttle Radar Topography Mission
<b>TBC</b>	Por Ser Confirmado
<b>TBD</b>	Por Ser Definido
<b>TIFF</b>	Formato de Archivo de Imagen Etiquetado
<b>TOA</b>	Parte superior de la Atmósfera
<b>TOI</b>	Tiempo de Interés
<b>UDM</b>	Máscara de Datos Inutilizables
<b>UTC</b>	Tiempo Universal Coordinado

**UTM** Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator

**WGS** Sistema Geodésico Mundial

# 1 INTRODUCCIÓN

---

BlackBridge ofrece a los usuarios de imágenes satelitales una fuente de datos que brinda una combinación incomparable de cobertura de grandes áreas, frecuencia de revisita, alta resolución y datos multispectrales. Por primera vez existe una constelación de cinco satélites de Observación de la Tierra con sensores idénticos, que están en el mismo plano orbital y calibrados entre si. Esto quiere decir que una imagen de cualquiera de los satélites RapidEye tendrá características idénticas a una imagen de cualquiera de los otros cuatro, dando así acceso al usuario a una cantidad de imágenes sin precedentes.

Las imágenes satelitales RapidEye son ofrecidas en tres niveles diferentes de procesamiento para satisfacer las distintas necesidades del cliente: 1) Productos *Basic* (Nivel 1B): Son productos *sensor level* (corrección a nivel de satélite) con un mínimo procesamiento (sin corregir geoméricamente) para clientes que prefieren geo-corriger las imágenes por si mismos; 2) Productos *Ortho* (Nivel 3A): Son productos ortorrectificados con correcciones radiométricas, geométricas y del terreno en una determinada proyección geográfica; y 3) RapidEye *Ortho Take* (Level 3B): Son conjuntos de *image takes* ajustadas en bloque que son de mayor tamaño que los productos de nivel 3A Para ver descripciones detalladas de cada tipo de producto por favor lea la Sección 3 de este documento.

Este documento proporciona información detallada sobre los siguientes temas relacionados con las imágenes satelitales RapidEye:

**Constelación de Satélites RapidEye:** La constelación de cinco satélites ofrece algo nuevo y único al mundo comercial de la Observación de la Tierra.

**Descripción de los Niveles de Producto:** BlackBridge ofrece tres niveles de procesamiento de imágenes RapidEye, los cuales son descritos en detalle. Los atributos relacionados con la calidad de los productos también son tratados.

**Opciones de Productos y Entrega:** Cada producto de datos de imágenes es ofrecido con varias opciones de procesamiento y entrega.

**Licencia de Productos:** BlackBridge ofrece a sus clientes varias opciones de licenciamiento para asegurar que todos los usuarios que necesiten usar las imágenes puedan hacerlo.

**Nomenclatura de los productos:** Proporciona una descripción de la nomenclatura utilizada para nombrar los productos estándar de imágenes RapidEye.

**Entrega de Productos:** Los productos son entregados en formato y estructura estándar. Los pedidos pueden ser entregados en dispositivos de almacenamiento de datos (disco duro externo, *memory stick*) o de forma electrónica vía FTP. Esta sección detalla las características de los archivos y la estructura de la entrega.

**Datos de Apoyo de Imágenes:** Todas las imágenes son complementadas con varios archivos de metadatos para asistir al cliente en el uso y análisis de los datos.

## 2 CONSTELACIÓN DE SATÉLITES RAPIDEYE

La constelación de cinco satélites RapidEye se distingue de los otros proveedores de información geoespacial, entre otras cosas, porque sus satélites tienen la capacidad única de adquirir imágenes de alta resolución sobre grandes áreas diariamente. El sistema RapidEye es capaz de tomar una cantidad de datos sin precedentes; 4 millones de kilómetros cuadrados al día a 6.5 metros de resolución nominal. Cada satélite mide menos de un metro cúbico, pesa 150 kg y han sido diseñados para un mínimo de vida útil de siete años. Los cinco satélites están equipados con sensores idénticos y están ubicados en el mismo plano orbital.

CARACTERÍSTICAS DE LA MISIÓN	INFORMACIÓN	
Número de Satélites	5	
Vida estimada	Más de 7 años	
Altitud de Órbita	630 km heliosincrónica	
Hora de Cruce Ecuatorial	11:00 am hora local (aproximadamente)	
Tipo de Sensor	<i>Push Broom</i> Multispectral	
Bandas Espectrales	Nombre	Rango espectral(nm)
	Azul	440 – 510
	Verde	520 – 590
	Rojo	630 – 685
	Red-Edge	690 – 730
NIR	760 – 850	
Tamaño nominal del píxel (nadir)	6.5 m	
Tamaño de píxel (ortorrectificado)	5 m	
Ancho de barrido	77 km	
Capacidad de almacenamiento a bordo	Hasta 1.500 km <sup>2</sup> de imágenes por órbita	
Período de revisita	1 día (off-nadir) / 5.5 días (en nadir)	
Capacidad de captura de imágenes	5 millones de km <sup>2</sup> por día	
Rango dinámico de la cámara	12 bits	

**Tabla 1: Especificaciones del Sistema RapidEye**

# 3 ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS DE IMAGEN RAPIDEYE

Las imágenes satelitales RapidEye se ofrecen en tres niveles de procesamiento diferentes.

NIVEL	DESCRIPCIÓN
<b>1B</b>	Producto <i>Basic</i> RapidEye – Imágenes con correcciones radiométricas y de sensor aplicadas. El posicionamiento y efemérides son aplicados a los datos a bordo del satélite.
<b>3A</b>	Producto <i>Ortho</i> RapidEye – Imágenes con correcciones radiométricas y de sensor aplicadas. La precisión geométrica de los productos depende de la calidad de los datos de control (GCPs) y DEM utilizados. Los productos son procesados individualmente como <i>tiles</i> de 25 km por 25 km.
<b>3B</b>	Producto RapidEye <i>Ortho Take</i> – Imágenes ortorrectificadas derivadas de <i>Image Takes</i> .

Tabla 2: Niveles de Procesamiento de Productos de Imagen RapidEye

## 3.1. RAPIDEYE BASIC – ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO NIVEL 1B (LEVEL 1B)

El producto *Basic* RapidEye es el menos procesado de los ofrecidos. Está diseñado para clientes con capacidad de procesamiento más avanzada y dispuestos a corregir geoméricamente los productos por si mismos.

El producto *Basic* RapidEye está corregido a nivel radiométrico y de sensor, proporcionando imágenes sin corrección de las distorsiones geométricas inherentes al proceso de captura y no se le asigna ninguna proyección cartográfica. Las imágenes se acompañan de toda la telemetría del satélite necesaria para el procesamiento y geocorrección de los datos, o al ser emparejado con un par estéreo, para la generación de datos de elevación. La resolución de las imágenes es de 6.5m GSD en el nadir. Las imágenes son remuestreadas a un sistema de coordenadas definido por un modelo básico de cámara para la alineación de las bandas.

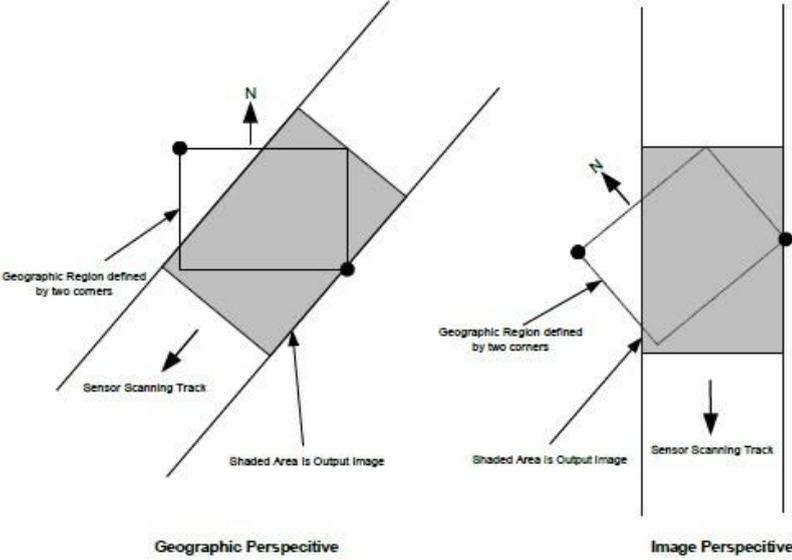
Las correcciones radiométricas aplicadas a este producto son:

- Corrección de las diferencias relativas de la respuesta radiométrica entre los detectores.
- Rellenado de detectores sin respuesta, el cual rellena valores nulos procedentes de detectores que no responden.
- Conversión a valores radiométricos absolutos basándose en coeficientes de calibración.

Las correcciones geométricas de sensor aplicadas a este producto corrigen:

- Geometría interna del detector, el cual combina los dos conjuntos de *chipsets* en un *array* virtual.
- Distorsiones ópticas causadas por los sensores ópticos.
- Registro de todas las bandas conjuntamente para asegurar que estén alineadas correctamente una con otras

La Tabla 3 lista los atributos del Producto Básico RapidEye.

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Componentes y Formato de los productos	<p>El producto de imagen Basic RapidEye consiste en los siguientes archivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Archivo de Imagen – Producto de imagen entregado como un grupo de archivos individuales NITF 2.0 o GeoTIFF de cada banda asociados con valores RPC. Las bandas están corregistradas.</li> <li>▪ Archivo de Metadatos – Archivo de metadatos en formato XML. Archivo de metadatos que contiene información adicional relacionada con el satélite, posición, efemérides, temperatura, hora de alineamiento de imágenes, geometría de la cámara y datos de calibración radiométrica.</li> <li>▪ Archivo de Imagen <i>Browse</i> – Formato GeoTIFF</li> </ul> <p>Máscara de Datos Inutilizables (UDM) – Formato GeoTIFF</p>
Orientación del Producto	Orientación del sensor/satélite
<p>Enmarcado del Producto</p> <p>Enmarcado con base geográfica - una región geográfica es definida por dos esquinas. El ancho del producto es cercano al ancho de barrido completo de la imagen tal y como es observado por todas las bandas (77 km en el nadir, sujeto a recorte mínimo de hasta 3 km durante procesamiento) con un largo del producto de entre 50 y 300 km.</p> 	
Espaciado de Píxeles	Píxeles nativos de la cámara con un espaciado nominal de 6.5 m en el nadir.
Profundidad de Bits	<i>Unsigned integers</i> de 16-bits.
Tamaño del Producto	El número de píxeles varía (menos de 11.980 por línea) y hasta un máximo de 446.154 líneas por banda. 462 Mbytes/25 km en dirección de vuelo para cinco bandas. Un máximo de 5.544 Mbytes.
Correcciones Geométricas	Sensor idealizado, modelos de orbita y altitud. Las bandas están corregistradas.
Datum Horizontal	WGS84
Proyección Cartográfica	n/a
Kernel de Remuestreo	Convolución cúbica (por defecto), MTF o vecino más próximo.

**Tabla 3: Atributos del producto *Basic RapidEye*.**

## 3.2. ORTHO RAPIDEYE – ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO NIVEL 3A (LEVEL 3A)

El producto *Ortho* RapidEye ofrece imágenes RapidEye ortorectificadas con un tamaño de 25 km por 25 km. Este producto está pensado para una gran variedad de aplicaciones que requieren imágenes con una geolocalización precisa y proyección cartográfica. Los datos están procesados para eliminar distorsiones causadas por el terreno y pueden ser utilizados para numerosos usos cartográficos. El producto *Ortho* RapidEye está corregido radiométricamente, a nivel de sensor, geoméricamente y referenciados a una proyección cartográfica. La corrección geométrica utiliza DEMs con un paso de malla de entre 30 y 90 metros. Los puntos de control (GCPs) son usados en la generación de cada imagen y la precisión del producto variará de una región a otra en base a la disponibilidad y calidad de éstos. Los productos de imagen *Ortho* RapidEye se dividen en celdas (o *tiles*) de 25 por 25 km sobre una referencia fija que es el sistema de cuadrícula estándar RapidEye (ver Apéndice B). Todos los productos *Ortho* (Nivel 3A) son rellenados de negro (*blackfill*) hasta 1.000 metros (200 píxeles) más allá del polígono del área de interés del pedido, excepto cuando el pedido se hace en base a *tiles* completos. Los archivos de la imagen *Browse* y la máscara de datos inutilizables (UDM) de un producto *Ortho* muestran la extensión completa de la imagen válida para una determinada celda sin tener en cuenta el *blackfill* aplicado al pedido.

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Componentes y Formato del Producto	<p>El producto <i>Ortho</i> RapidEye consiste en los siguientes archivos:</p> <p>Archivo de Imagen – Archivo GeoTIFF que contiene los datos de imagen y la información de geolocalización</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Archivo de Metadatos – Archivo de metadatos en formato XML</li> <li>▪ Archivo de Imagen Browse – Formato GeoTIFF</li> <li>▪ Máscara de Datos Inutilizables (UDM) – Formato GeoTIFF</li> </ul>
Orientación del Producto	Norte hacia arriba
Enmarcado del Producto	<p>Celdas de imagen basadas en un sistema de cuadrícula fija mundial de 24 por 24 km (ver Apéndice B para las definiciones completas de la cuadrícula de celdas). Por cada celda de 24 por 24 km una superposición de 500 m se agrega una superposición de 500 m a cada lado que produce imágenes (<i>tiles</i>) 25 por 25 km. Las celdas de imagen son rellenadas de negro 1 km más allá del polígono del pedido. Las celdas cubiertas parcialmente por un <i>image take</i> también serán rellenadas de negro en áreas que contienen datos de imagen no válidos.</p>
Espaciado de Píxeles	5 m
Profundidad de Bits	<i>Unsigned integers</i> de 16-bits.
Tamaño del Producto	El tamaño de celda es de 25 km (5.000 filas) por 25 km (5.000 columnas). 250 Mbytes por celda con 5 bandas a 5 m de espaciado de píxeles.
Correcciones Geométricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los efectos relacionados con el sensor son corregidos usando la telemetría y el modelo de los sensores. Las bandas son corregidas y los efectos relacionados con el satélite son corregidos usando la telemetría de orientación y los mejores datos de efemérides disponibles.</li> </ul>

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ortorectificación usando GCPs y DEMs (30m hasta 90m)</li> </ul>
Datum Horizontal	WGS84
Proyección Cartográfica	Sistema de Coordenadas Universal de Mercator (UTM)
Kernel de Remuestreo	Convolución cúbica (por defecto), MTF o vecino más próximo.

**Tabla 4: Atributos del producto Ortho RapidEye**

### 3.3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO RAPIDEYE ORTHO TAKE –NIVEL 3B

El producto RapidEye *OrthoTake* amplía la utilidad de las imágenes RapidEye para cubrir áreas extensas mediante el uso de *images takes* completos que son ajustados conjuntamente, reduciendo así el número final de archivos. El producto está corregido radiométricamente, a nivel de sensor, geoméricamente y referenciados a una proyección cartográfica. La corrección geométrica utiliza DEMs con un paso de malla de entre 30 y 90 metros. Para la generación de cada imagen de cada imagen se utilizan puntos de control (GCPs)

Par cubrir el área de interés pueden ser necesarias varias imágenes, las cuales son ajustadas en bloque antes de su ortorectificación. Las imágenes resultantes son producidas y entregadas en archivos separados sin implicar ningún tipo de operación de mosaicado y ajuste de colores.

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Componentes y Formato del Producto	<p><i>El producto RapidEye OrthoTake consiste en los siguientes archivos:</i></p> <p><i>Archivo de Imagen – Archivo GeoTIFF que contiene los datos de imagen y la información de geolocalización</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Archivo de Metadatos – Archivo de metadatos en formato XML</i></li> <li><i>Archivo de Imagen Browse – Formato GeoTIFF</i></li> <li><i>Máscara de Datos Inutilizables (UDM) – Formato GeoTIFF</i></li> </ul>
Orientación del Producto	<i>Norte hacia arriba</i>
Enmarcado del Producto	<i>Enmarcado según el polígono que define el área de interés. La anchura del producto puede llegar a ser próxima a swath (aprox. 77 km en el nadir) y la longitud máxima es de 150 km. Las imágenes son cortadas según el mínimo rectángulo envolvente del polígono que define el área de interés y se les aplica blackfill a partir de un kilómetro más allá del borde de la misma.</i>
Espaciado de Píxeles	<i>5 m</i>
Profundidad de Bits	<i>Unsigned integers de 16-bits.</i>
Tamaño del Producto	<i>Número variable de píxeles (menos de 11980 por línea) y hasta un máximo de 60000 líneas.</i>
Correcciones Geométricas	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Los efectos relacionados con el sensor son corregidos usando la telemetría y el modelo de los sensores. Las bandas son corregistradas y</i></li> </ul>

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
	<p>los efectos relacionados con el satélite son corregidos usando la telemetría de orientación y los mejores datos de efemérides disponibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ortorrectificación usando GCPs y DEMs (30m hasta 90m). Las ordenes pueden contener más de un producto, necesarios para poder cubrir totalmente el área de interés. Si este es el caso, las imágenes son ajustadas en bloque antes del proceso de orrorrectificación.</li> </ul>
Datum Horizontal	WGS84
Proyección Cartográfica	Sistema de Coordenadas Universal de Mercator (UTM)
Kernel de Remuestreo	Convolución cúbica (por defecto), MTF o vecino más próximo.

**Tabla 5: Atributos del producto *Area-based Ortho RapidEye***

### 3.4. ATRIBUTOS DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Las siguientes secciones proporcionan detalles sobre los atributos de calidad de las imágenes satelitales RapidEye.

#### 3.4.1. Precisión Geométrica de los Productos

##### 3.4.1.1. Precisión de los Productos Basic (1B) RapidEye

Los productos *Basic* (1B) RapidEye están corregidos geoméricamente referenciados a un modelo ideal de sensor del satélite, y bandas alineadas. Se entregan como archivos NITF 2.0 (Formato Nacional de Transmisión de Imágenes) o GeoTIFF junto con datos de los RPC. La precisión horizontal de los productos de nivel 1B está determinada por la orientación del satélite (la cual es ajustada por puntos de control terrestres (GCP) marcados durante la catalogación de las imágenes) y las efemérides, así como por el desplazamiento del terreno, ya que no se usa un modelo del terreno en el procesamiento de los productos 1B.

La base de datos global de puntos de control RapidEye se alimenta de GCPs derivados de diversas fuentes. Éstas van de desde el mosaico GeoCover 2000 de Landsat (CE90 de 50m o mejor), y el mosaico GLS 2000 de Landsat (CE90 de 30m o mejor), a datasets de mayor precisión (CE90 de 10m o mejor) sobre Australia, Alemania, México o los Estados Unidos. BlackBrdige continúa mejorando la precisión de sus datasets utilizados para la extracción de GCPs, remplazando así los de menor precisión.

La precisión más baja esperada para un producto 1B catalogado con GCPs de GeoCover 2000 es de 50m CE90 (RMSE = 32m), asumiendo tomas nadirales sobre terreno llano (pendiente menor a  $10^{\circ}$ ). Los productos catalogados con mejores GCPs pueden alcanzar precisiones superiores.

##### 3.4.1.2. Precisión de los Productos *Ortho* (3A) RapidEye

La precisión geométrica de los productos *Ortho* (3A) RapidEye depende directamente de la calidad de los datos de referencia usados (GCPs y DEM). Adicionalmente, el papel del ángulo del satélite durante la adquisición de la imagen, y el número y distribución de los GCP dentro del área de la imagen, influirá en la precisión final del producto.

Como ya se mencionó en la sección anterior, se utilizan múltiples fuentes para la generación de GCPs y su precisión puede ser variable. De la misma manera, también se utilizan diversas fuentes de datos de elevación para su utilización en la corrección de efectos causados por el terreno. El DEM utilizado por defecto cuando no se cuenta con mejores datos de referencia es el PlanetObserver PlanetDEM 90 ([http://www.planetobserver.com/en/elevation\\_data.html](http://www.planetobserver.com/en/elevation_data.html)). Para Australia<sup>1</sup>, Canadá, México, Nueva Zelanda y partes de los Estados Unidos (Alaska) se utilizan DEMs de 30m o mejores. De la misma forma que para los GCPs, RapidEye sigue mejorando continuamente la calidad de sus DEM de referencia.

Los productos *Ortho* producidos utilizando GCPs procedentes de GeoCover 2000 y DEM SRTM tienen una precisión geométrica de 50m CE90 (32m RMSE) o mejor. En áreas con GCPs y DEM más precisos se puede alcanzar una precisión de 9m CE90 (6m RMSE). Estas precisiones son válidas para imágenes tomadas en Nadir sobre áreas planas (< 10° de pendiente).

#### 3.4.1.3. Precisión de los Productos *Ortho Take (3B) RapidEye*

La precisión geométrica de los productos *Ortho Take (3B)* depende directamente de la calidad de los datos de referencia usados (GCPs y DEM). Los productos de nivel 3B tienen una precisión geométrica de 25 m CE90 (15 m (RMSE) o mejor considerando áreas con pendientes medias de 10 grados o menos

#### 3.4.2. Nubosidad

La detección de nubes se realiza en dos etapas diferentes de la cadena de procesamiento. Los resultados son utilizados para crear la Máscara de Datos Inutilizables (UDM), archivo que acompaña cada producto (ver sección 8.5 para una descripción detallada del archivo UDM). Estas etapas son:

1) Catalogación: por cada imagen recibida, el sistema realiza una detección de nubes y proporciona una máscara de datos inutilizables (UDM) por cada celda en la imagen (ver Apéndice B para una descripción de la cuadrícula de celdas); el resultado de este análisis es usado para determinar si cada producto puede ser aceptado o si es necesaria una nueva toma. Este valor es también utilizado para informar en EyeFind™ sobre el porcentaje de cobertura nubosa de las imágenes.

2) Procesamiento: por cada producto generado el sistema lleva a cabo una detección de nubes y produce un archivo UDM para ese producto. Éste es entregado al cliente como parte de los Datos de Apoyo de la Imagen (ISD).

El algoritmo de detección de nubes utilizado en el sistema de procesamiento ha sido diseñado específicamente para imágenes RapidEye y detecta nubes en base a un algoritmo de reconocimiento complejo de patrones utilizando todas las bandas. Este algoritmo supone una mejora sobre versiones anteriores y se sigue trabajando en su optimización. Esta técnica de detección de nubes tiene un número de limitaciones:

- 1) La neblina y las sombras de las nubes no son reportadas.
- 2) El hielo y la nieve pueden ser incorrectamente clasificadas como nubes
- 3) Elementos muy brillantes (superficies como áreas de desierto, arenas o salares) pueden ser clasificados incorrectamente como nubes.
- 4) Las nubes oscuras y/o pequeñas puede que no sean detectadas.

Por la gran cantidad de imágenes tomadas diariamente (aprox. 4,000 por día) la detección de nubes en las dos etapas es un proceso completamente automático y por tanto no hay un control de calidad manual de los UDM.

---

<sup>1</sup> Datos proporcionados por Geoscience Australia (*Licencia Creative Commons*)

### 3.4.3. Corregistro de Bandas

El plano focal de los sensores RapidEye está compuesto por cinco matrices CCD, una por cada banda. Esto quiere decir que las bandas tienen diferencias de tiempo de captura de hasta tres segundos para el mismo punto en la Tierra, siendo las bandas azul y roja las más distantes en tiempo. Durante el procesamiento, las bandas de cada producto son corregistradas utilizando un DEM para hacer una correlación aproximada de las bandas a la de referencia (*Red-Edge*). Posteriormente se hace un alineamiento final utilizando un método de auto correlación de bandas. Para áreas con una pendiente menor de 10°, el corregistro de las bandas debe ser de 0.2 píxeles o menos (1-sigma). Para áreas con una pendiente de más de 10° y/o áreas con una estructura limitada (ej. dunas de arena, cuerpos de agua, cobertura de nieve significativa) el umbral de corregistro antes mencionado puede que no sea alcanzado.

La separación entre las bandas los sensores RapidEye conduce a algunos efectos que son visibles en las imágenes. En escenas con nubes, éstas pueden tener una aureola azul-rojiza alrededor. Esto se debe a que las bandas Azul y Roja son las más distantes en el sensor y la nube no puede ser completamente corregistrada por su movimiento durante el tiempo transcurrido entre la toma de las dos bandas. Además, las nubes no forman parte del DEM, lo que puede provocar problemas de corregistro. El mismo efecto es visible en las estelas de los gases de escape de aviones. Vehículos brillantes que se mueven en el suelo también se verán como estelas de colores por las diferencias de tiempo de captura de la imagen.

### 3.4.4. Precisión Radiométrica y Radiometría de los Productos

Se pone un esfuerzo importante en asegurar la calidad radiométrica de todos los productos de imagen RapidEye. Esto se logra mediante la calibración del sensor, basado en controles periódicos de las estadísticas de todos los datos de imágenes entrantes, adquisiciones sobre lugares de calibración seleccionados y campañas terrestres de calibración absoluta.

La estabilidad a largo plazo y comparabilidad entre los cinco satélites se realiza mediante el monitoreo de todos los datos de imágenes entrantes, a través de adquisiciones frecuentes de un número de sitios de calibración localizados alrededor del mundo. Las estadísticas de todas las adquisiciones se utilizan para actualizar las tablas de ganancia y pérdida de precisión de cada satélite. Estas estadísticas también se utilizan para asegurar que cada banda está dentro de un rango de +2.5% con respecto al valor medio de la constelación de satélites y su tiempo de vida.

Todas las imágenes son tomadas en 12 bits y almacenadas a bordo de los satélites con una profundidad de 12 bits (la profundidad de bit de la imagen original *raw* puede ser determinada por el campo *shifting* en el archivo de metadatos XML). Durante el procesamiento en tierra se realizan correcciones radiométricas y ampliaciones de hasta 16 bits de rango dinámico. Este escalado convierte el número digital (DN) relativo de los píxeles que proceden directamente del sensor en valores relacionados con radiancias absolutas en el sensor. El factor de escalado es aplicado de forma tal que los valores DN resultantes correspondan a 1/100 de un  $W/m^2 sr \mu m$ . Los números digitales de los píxeles de las imágenes RapidEye representan valores calibrados de radiancia absoluta para imágenes no corregidas atmosféricamente.

Para convertir el número DN de un píxel a radiancia es necesario multiplicar el valor DN por el factor de escala radiométrico, como se muestra a continuación:

$$RAD(i) = DN(i) * radiometricScaleFactor(i)$$

donde **radiometricScaleFactor(i)** = 0.01

El valor resultante es la radiancia en el sensor de ese píxel en watts por estereorradián por metro cuadrado ( $W/m^2 sr \mu m^2$ ).

La reflectancia es generalmente la proporción de la radiancia reflejada dividida por la radiancia incidente. Nótese que esta proporción tiene un aspecto direccional. Para pasar de radiancia a reflectancia es necesario relacionar los valores de radiancia (los DN de los píxeles) con la radiancia con la que el objeto es iluminado. Esto a menudo se lleva a cabo aplicando una corrección atmosférica a la imagen, ya que de esta manera el impacto de la atmósfera en los valores de radiancia es eliminado. Pero también sería posible omitir la influencia de la atmósfera calculando la reflectancia de la Parte Superior de la Atmósfera (TOA) tomando en consideración solo la distancia al Sol y la geometría de la radiación solar incidente.

La fórmula para calcular la reflectancia TOA sin tomar en consideración ninguna influencia atmosférica es la siguiente:

$$REF(i) = RAD(i) \frac{\pi * SunDist^2}{EAI(i) * \cos(SolarZenith)}$$

Donde:

i: número de bandas espectrales

REF: valor de la reflectancia

RAD: valor de la radiancia

SunDist: distancia de la Tierra al Sol en el día de la adquisición en unidades astronómicas. Nota: este valor no es fijo, varía entre 0.983 289 8912 AU y 1.016 710 3335 AU y tiene que ser calculado para el momento de la adquisición de la imagen.

EAI: irradiancia exoatmosférica

SolarZenith: ángulo cenital solar en grados (= 90° – elevación solar)

Los valores EAI de las cinco bandas RapidEye son:

Azul: 1997.8 W/m<sup>2</sup>μm

Verde: 1863.5 W/m<sup>2</sup>μm

Rojo: 1560.4 W/m<sup>2</sup>μm

RE: 1395.0 W/m<sup>2</sup>μm

NIR: 1124.4 W/m<sup>2</sup>μm

Los resultados de una campaña de calibración absoluta en órbita se utilizaron para actualizar la calibración de los cinco sensores antes del lanzamiento. Este cambio en la calibración afecta a todas las imágenes adquiridas después del 1 de Enero del 2010, pero sólo fue efectivo desde el 27 de Abril del 2010 (para poder ver una lista completa de artículos acerca de la calibración de los satélites RapidEye vaya a la pestaña “resources” en <http://www.blackbridge.com/rapideye/about/resources.htm?tab=7>).

La sensibilidad radiométrica de cada banda se define en valores absolutos para condiciones estándar (21 de Marzo, 45° Norte, atmósfera estándar) en términos de una reflectancia mínima detectable. Esto determina la ya mencionada profundidad de bit, así como el ruido radiométrico tolerable en las imágenes. Es más restrictivo para las bandas Roja, Red-Edge e Infrarrojo Cercano en comparación con la Azul y la Verde. Durante el control de calidad de la imagen se realiza un control continuo del nivel de ruido radiométrico.

## 4 OPCIONES DE PRODUCTOS Y ENTREGA

---

La Tabla 6 resume las opciones disponibles para las imágenes satelitales RapidEye.

OPCIÓN DE PROCESAMIENTO	DATOS
Kernels de Procesamiento	Vecino Más Próximo, Convolución Cúbica o MTF
Formatos de Imágenes	GeoTIFF (nivel 3A y 3B);NITF (opción por defecto para nivel 1B, no disponible para nivel 3A);
Proyección (solo para productos 3ª y 3B)	UTM WGS84
Entrega	FTPDisco Duro USB Memory Stick USB

**Tabla 6: Opciones de Procesamiento y Entrega de Productos**

## 5 LICENCIA DE PRODUCTOS

---

BlackBridge otorga el derecho de usar los productos bajo un acuerdo de licencia estándar para usuarios finales (EULA). BlackBridge ofrece distintas opciones para hacer frente a las necesidades de los usuarios. Para una descripción más detallada de la EULA, por favor vea

<http://www.blackbridge.com/rapideye/about/resources.htm?tab=7>

La inclusión de imágenes o datos contenidos en los productos RapidEye en cualquier producto realizado por el usuario final es considerado trabajo de valor agregado (*value-added*). La reventa o distribución de estos productos no está permitida bajo la EULA. Para redistribuir los productos o productos de valor agregado a terceras personas/entidades, el cliente debe solicitar una licencia adicional de BlackBridge. La licencia que permita usos adicionales puede ser otorgada al cliente mediante un recargo por licencia. Por favor, contacte BlackBridge para más detalles.

## 6 NOMBRE DE LOS PRODUCTOS

---

La nomenclatura de los productos de imagen RapidEye proporciona información importante relacionada con la misma. El nombre del producto depende de su tipo y es único. Permite un reconocimiento y clasificación de las imágenes sencillo.

### 6.1. NOMENCLATURA DE PRODUCTOS 1B - BASIC

La información proporcionada en los productos 1B incluye la fecha y hora de adquisición, el satélite que adquirió la imagen, el nivel del producto, su descripción, la identificación del producto y solicitud, tipo de archivo y formato. El nombre de cada producto está diseñado para ser único y está compuesto de los siguientes elementos:

<acquisition time>\_<satellite>\_<product ID>\_<RE catalog ID>\_<order number>\_<file type>.<file extension>

Ejemplo:

Nombre de archivo de producto 1B :

2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_band1.ntf

donde:

<acquisition time>	= 2008-10-26 (fecha) T012345 (hora en UTC)
<satellite>	= RE3 (satélite)
<product ID>	= <nivel de procesamiento>-<descripción del producto> = 1B (nivel de procesamiento) - NAC (descripción)
<RE catalog ID>	= 0123456789 (número de catálogo )
<order number>	= 9876543210 (número de solicitud)
<file type>	= band1 (solo para imágenes L1B)
<file extension>	= ntf (NITF 2.0)

Los valores esperados para el satélite, identificación del producto (nivel de procesamiento y descripción), y los campos del tipo de archivo y extensión se listan en la Tabla 7.

SATÉLITE	ID DE PRODUCTO		FORMATOS DE LOS ARCHIVOS	
	Nivel de Procesamiento	Descripción de Producto	Tipo de Archivo	Extensión de Archivo
1 - 5	1B = RE Basic	NAC = sin corrección atmosférica	Para imágenes banda $n$ para imágenes 1B (donde $n = 1.5$ )	.ntf = NITF2.0 .tif = GeoTIFF
			browse	.tif
			license	.txt
			metadata	.xml
			sci (metadatos de la plataforma)	.xml
			rpc (metadatos rpc)	.xml
			readme	.txt
udm	.tif			

**Tabla 7: Valores de nombre para productos 1B por categoría**

## 6.2. NOMENCLATURA DE PRODUCTOS 3A – ORTHO

La información proporcionada en los productos 3A incluye tile ID, fecha y hora de adquisición, el satélite que adquirió la imagen, nivel de procesamiento, ID del pedido y formato del archivo, El nombre de cada producto está diseñado para ser único y está compuesto de los siguientes elementos:

Ejemplo:

3A Product File Name = 3949726\_2012-01-16\_RE3\_3A\_9876543210.tif

donde,

<Rapid Tile ID> = 3949726 (Ver Apéndice B - para más información)

<acquisition date> = 2008-10-26 (fecha)

<satellite> = RE3 (satellite)

<processing level> = 3A (nivel de procesamiento)

<order number> = 9876543210 (número de pedido)

<file extension> = tif (GeoTIFF 6.0)

Los valores esperados para el satélite, nivel de procesamiento, tipo y extensión de archivo se listan en la Tabla 8.

SATÉLITE	NIVEL DE PROCESAMIENTO		FORMATOS DE LOS ARCHIVOS	
			Tipo de Archivo	Extensión de Archivo
1 - 5	3A = RE Ortho		Para Imágenes : ninguno para imágenes 3A GeoTIFF o bandas para imágenes 1B NITF (donde $n = 1..5$ )	.tif = GeoTIFF
			browse	.tif
			license	.txt
			metadata	.xml
			readme	.txt
			udm	.tif

Tabla 8: Valores de nombre para productos 3A por categoría

### 6.3. NOMENCLATURA DE PRODUCTOS 3B –ORTHO TAKE

La información proporcionada en los productos 3B incluye tile ID, fecha y hora de adquisición, el satélite que adquirió la imagen, nivel de procesamiento, ID del pedido y formato del archivo, El nombre de cada producto está diseñado para ser único y está compuesto de los siguientes elementos:

Ejemplo:

3B Product File Name = 2008-10-26T012345\_RE3\_3B-NAC\_0123456789\_9876543210.tif

donde,

<acquisition time> = 2008-10-26 (fecha) T012345 (hora en UTC)

<satellite> = RE3

<product ID> = <processing level>-<product description>

= 3B (nivel de procesamiento) -NAC (descripción del producto)

<RE catalog ID> = 0123456789

<order number> = 9876543210

<file type> = none of 3B GeoTIFF images

<file extension> = tif (GeoTIFF 6.0)

Los valores esperados para el satélite, nivel de procesamiento, tipo y extensión de archivo se listan en la Tabla 9.

SATÉLITE	ID DEL PRODUCTO		FORMATOS DE LOS ARCHIVOS	
	NIVEL DE PROCESAMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	TIPO DE ARCHIVO	EXTENSIÓN DE ARCHIVO
1 - 5	3B = RE Area-based Ortho	NAC = Sin corrección atmosférica	For Images : ninguno para imágenes 3B GeoTIFF	.tif = GeoTIFF
			browse	.tif
			license	.txt
			metadata	.xml
			readme	.txt
			udm	.tif

**Tabla 9: Valores de nombre para productos 3B por categoría**

# 7 ENTREGA DE PRODUCTOS

---

Blackbridge ofrece a sus clientes diferentes opciones de entrega de sus productos. Esta sección describe las opciones disponibles de entrega, archivos entregados y estructura de archivos de la misma.

## 7.1. OPCIONES DE ENTREGA

Existen varias opciones de entrega disponibles. Éstas son:

- Disco Duro USB
- Memory Stick USB
- FTP

## 7.2. ARCHIVOS DE ENTREGA

Cada pedido entregado va acompañado de un número de archivos que contiene información acerca la entrega. Estos archivos proporcionan información general sobre la misma, además de información específica sobre el pedido relacionada con el Área de Interés (AOI). Estos archivos son:

1. Archivo *Readme* de la entrega
2. *Shapefile* del AOI del pedido
3. *Shapefile* resumen de la entrega
4. Archivo KMZ resumen de la entrega
5. Archivo *checksum* de la entrega

### 7.2.1. Archivo *Readme* de la entrega

En todas las entregas se incluye un archivo *Readme* del pedido. Este simple archivo de texto contiene un número de campos con información acerca de la entrega. Estos campos se describen en la Tabla 10.

CONTENIDO DEL ARCHIVO <i>README</i>			
CAMPO	DESCRIPCIÓN	RANGO/VALOR	CONDICIONES
<b>ISD version</b>	Versión del ISD		
<b>Delivery Description</b>	Descripción básica de la estructura del archivo de entrega		
<b>File Description</b>	Descripción de los archivos y tipos de archivo de la entrega		
<b>Additional Reading</b>	Lista de recursos útiles, tales como links a distintas ubicaciones de la página web de BlackBride donde encontrar información útil		
<b>Contact</b>	Información de contacto		

Tabla 10: Contenido del Archivo *Readme* de entrega.

El nombre del archivo *readme* de entrega es README.txt.

### 7.2.2. *Shapefile del Área de Interés (AOI)*

Cada entrega es acompañada de un *shapefile* del AOI. Éste consiste en una capa vectorial de polígonos que muestra los límites del área de pedido o área de interés (AOI). El polígono o polígonos está contenido en un archivo con formato de ESRI® *shapefile*. Su sistema de proyección es WGS84 Coordenadas Geográficas.

El *shapefile* es nombrado como <ContractID>\_aoi.ext.

Ejemplo:

**01234\_aoi.dbf**

**01234\_aoi.prj**

**01234\_aoi.shp**

**01234\_aoi.shx**

### 7.2.3. *Shapefile de resumen de la entrega*

Cada entrega es acompañada de un *shapefile* de resumen de la entrega. Éste consiste en una capa vectorial de polígonos que muestra los límites de cada imagen entregada hasta ese momento. Si existen múltiples entregas (típico en pedidos de *tasking*), este archivo mostrará el total acumulado de todas las imágenes entregadas hasta entonces, siendo actualizado cada vez que se realiza una nueva entrega para un determinado pedido. El polígono (o polígonos) está contenido en un archivo con formato de ESRI® *shapefile*. Su sistema de proyección es WGS84 Coordenadas Geográficas. Cada polígono del *shapefile* contiene los siguientes campos de metadatos:

*Name* – nombre del producto

*Tile ID* – ID del *tile* (sólo para productos 3A)

*Order ID* – ID del pedido

*Acq Date* – fecha de adquisición de la imagen

*View Angle* – ángulo de toma de la imagen

*UDP* – Porcentaje de datos no útiles (*Unusable Data Percentage*), combinación del porcentaje de *blackfill* y nubes en la imagen.

*CCP* – Porcentaje de cobertura nubosa (*Cloud Cover Percentage*), como porcentaje de imagen útil.

*Cat ID* – *catalog ID* de la imagen.

*Product* – tipo de producto. 1B, 3A, 3B

El *shapefile* es nombrado como <ContractID>\_delivery.ext.

Ejemplo:

**01234\_delivery.dbf**

**01234\_delivery.prj**

**01234\_delivery.shp**

**01234\_delivery.shx**

#### 7.2.4. Archivo KMZ de resumen de la entrega

Cada entrega es acompañada de un archivo KMZ de resumen de la entrega. Éste consiste en una capa vectorial de polígonos que muestra los límites de cada imagen entregada hasta ese momento. Si existen múltiples entregas (típico en pedidos de *tasking*), este archivo mostrará el total acumulado de todas las imágenes entregadas hasta entonces, siendo actualizado cada vez que se realiza una nueva entrega para un determinado pedido. El polígono (o polígonos) está contenido en un archivo con formato KMZ.

Cuando es visualizado con GoogleEarth<sup>®</sup> cada polígono que representa una imagen tiene un símbolo distintivo de BlackBridge ubicado en el centro del polígono. Cuando el cursor es colocado sobre el símbolo el *Tile ID* se hace visible. Si se selecciona el símbolo con el botón izquierdo, aparece una caja de texto con la imagen *browse* del producto y los siguientes campos de metadatos:

*Name* – nombre del producto

*Tile ID* – ID del *tile* (sólo para productos 3A)

*Order ID* – ID del pedido

*Acquisition Date* – fecha de adquisición de la imagen

*View Angle* – ángulo de toma de la imagen

*Unusable Data* – Porcentaje de datos no útiles, combinación del porcentaje de *blackfill* y nubes en la imagen.

*Cloud Coverage* – Porcentaje de cobertura nubosa, como porcentaje de imagen útil.

*Catalog ID* – *catalog ID* de la imagen.

*Product Level* – tipo de producto. 1B o 3A

El archivo KMZ es nombrado como <Contract ID>\_delivery.kmz

Ejemplo:

**01234\_delivery.kmz**

#### 7.2.5. Archivo *checksum* de la entrega

Cada entrega contiene un archivo *checksum* en formato md5. Este archivo puede utilizarse para validar el contenido de la entrega utilizando ciertos paquetes de software.

El archivo *checksum* es nombrado como <Contract ID>\_delivery.md5.

Ejemplo:

**01234\_delivery.md5**

### 7.3. ESTRUCTURA DE LA CARPETA DE ENTREGA

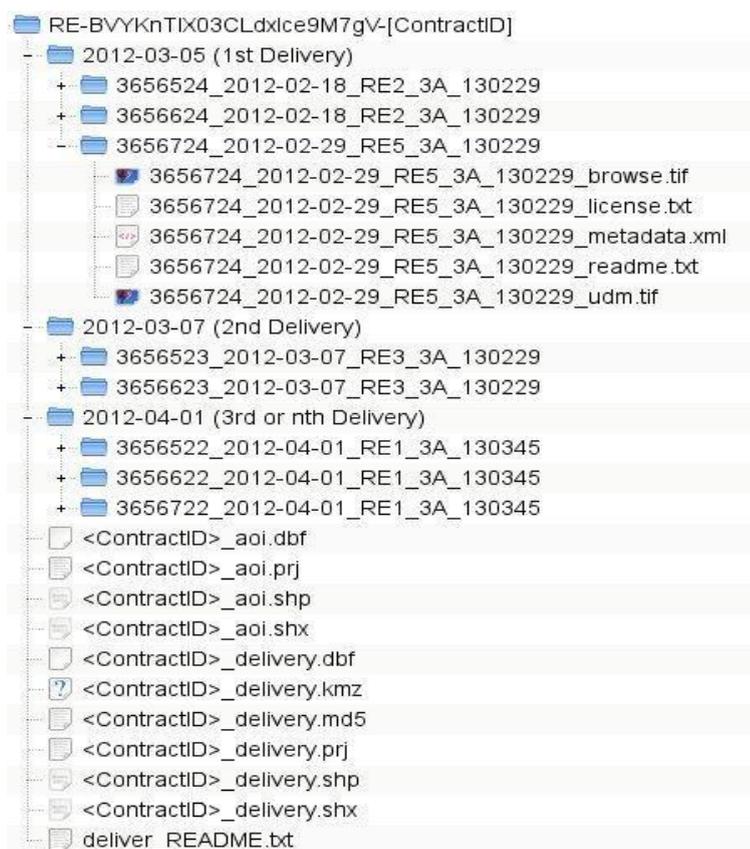
Esta sección describe la estructura de las entregas de datos. Esta descripción sólo considera entregas realizadas vía FTP. La estructura de la carpeta para entregas mediante dispositivos de almacenamiento USB pueden ser ligeramente diferentes a la aquí descrita, aunque sigue el mismo planteamiento básico.

La figura 1 ilustra la estructura de una carpeta de entrega cualquiera. El nombre del archivo se compone de dos elementos: 1) un código de seguridad generado aleatoriamente, y 2) el ID del contrato asignado a ese pedido. Una

entrega siempre estará asociada a un único ID de contrato, pero puede consistir en múltiples sub entregas, como se muestra en el ejemplo más abajo.

Bajo este archivo principal se encuentra un número de archivos y carpetas adicionales:

1. Una o más sub carpetas de entrega que contienen los productos entregados en una determinada fecha
2. El archivo de texto *README*
3. El *shapefile* del AOI
4. El *shapefile* y el archivo KMZ de la entrega
5. El archivo *checksum*.



**Figura 1. Estructura de la carpeta de entrega (para entregas vía FTP)**

Las imágenes son entregadas en sub carpetas nombradas de acuerdo a la fecha de entrega de los productos, según la nomenclatura <AAAA-MM-DD>. Esto significa que las fechas mostradas en las sub carpetas corresponden con la fecha de entrega y NO con la fecha de adquisición, a menos que los productos hayan sido entregados el mismo día que fueron tomados. Las entregas que tienen lugar a lo largo de varios días contienen múltiples sub carpetas nombradas de acuerdo a la fecha de entrega, como se muestra en la Figura 1. En este ejemplo, la entrega es una mezcla de imágenes de archivo y nuevas adquisiciones en la cual los primeros productos en ser entregados corresponden a archivo y los demás han sido tomados y entregados en el mismo día.

## 8 DATOS DE APOYO DE LAS IMÁGENES

---

Todas las imágenes satelitales RapidEye vienen acompañadas por varios archivos de datos de apoyo (ISD). Estos archivos ISD proporcionan información importante acerca de la imagen y son fuentes útiles de datos secundarios a la imagen.

Los archivos ISD son:

1. Archivo XML de metadatos generales
2. Archivo XML de metadatos de la plataforma (sólo para productos nivel 1B)
3. Archivo XML de metadatos the RPCs de la imagen (sólo para productos nivel 1B)
4. Archivo de Imagen *Browse*
5. Archivo de Máscara de Datos Inutilizables (UDM)
6. Archivo de Licencia
7. Archivo *Readme*

Cada archivo es descrito junto con su contenido y formato en las siguientes secciones. Además del archivo de metadatos XML, existe más información de metadatos adicional para productos de nivel 1B (formato NTIF 2.0) que se puede encontrar en la cabecera del archivo de imagen NITF. Una descripción de la sección de cabecera del archivo de imagen NITF se encuentra en el Apéndice C.

### 8.1. ARCHIVO XML DE METADATOS GENERALES

Todas las imágenes satelitales RapidEye vienen acompañadas de un archivo XML de metadatos generales. Este archivo contiene una descripción de los elementos básicos de la imagen. El archivo está escrito en lenguaje GML versión 3.1.1 y sigue el esquema de aplicación definido en el documento de “Mejores prácticas para productos de observación óptica de la Tierra” versión 0.9.3 del *Open Geospatial Consortium* (OGC) <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>

El contenido del archivo de metadatos variará dependiendo del nivel de procesamiento del producto de imagen. Todos los archivos de metadatos contienen una serie de campos comunes para todos los productos de imagen sin importar el nivel de procesamiento. Sin embargo, algunos campos dentro de este grupo de metadatos pueden aplicar sólo a ciertos niveles de productos y son indicados así en la Tabla 9. Además, ciertos bloques dentro del archivo de metadatos aplican solo a ciertos tipos de productos. Estos bloques son también mencionados en la tabla 9.

### 8.1.1. Contenido

La Tabla 11 describe los campos presentes en el archivo de metadatos XML general para todos los niveles de producto.

CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
“metaDataProperty” Block			
EarthObservationMetaData			
identifier	Nombre de raíz del archivo de imagen		
acquisitionType	Tipo de adquisición de imagen	NOMINAL	
productType	Nivel del producto de imagen	L1B L3A L3B	
status	Estado de tipo de imagen, si ha sido recientemente adquirida o producida a partir de una imagen de archivo	ACQUIRED ARCHIVED	
downlinkedTo			
acquisitionStation	Estación de descarga de X-band que recibió la imagen del satélite	Svalbard	
acquisitionDate	Fecha y hora de adquisición de la imagen por el satélite		
archivedIn			
archivingCenter	Lugar donde la imagen es archivada	BER	
archivingDate	Fecha cuando la imagen es archivada		
archivingIdentifier	ID de la imagen en el catálogo interno del sistema de procesamiento DMS de RE		
processing			

## CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
processorName	Nombre del sistema de procesamiento terrestre	DPS DPS/GXL (L3B solamente)	
processorVersion	Versión del software DPS usado para procesar la imagen de RE		
nativeProductFormat	Formato de la imagen nativa de los datos de imagen sin procesar		
license			
licenseType	Nombre de la licencia escogida para el producto		
resourceLink	Hyperlink al archivo físico de la licencia		
versionIsd	Versión del ISD		
orderId	ID de la orden del producto		
tileId	ID de la celda del producto correspondiente a la cuadrícula de RE		Solo para niveles de productos 3A
píxelFormat	Número de bits por píxel en producto de imagen	16U – 16 bit <i>unsigned</i> 16S – 16 bit <i>signed</i>	16U para datos sin corregir atmosféricamente 16S para datos corregidos atmosféricamente
"validTime" Block			
TimePeriod			
beginPosition	Fecha y hora de comienzo de la adquisición para el <i>image take</i> usada para crear el producto, en UTC		
endPosition	Fecha y hora de fin de la adquisición para el <i>image take</i> usada para crear el producto, en UTC		
"using" Block			

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
EarthObservationEquipment			
platform			
shortName	Identifica el nombre del satélite utilizado para tomar la imagen	RE00	
serialIdentifier	ID del satélite que adquirió los datos	RE-1 to RE-5	
orbitType	Tipo de órbita de plataforma de satélite	LEO	
instrument			
shortName	Identifica el nombre del satélite utilizado para tomar la imagen	MSI	
sensor			
sensorType	Tipo de sensor utilizado para adquirir los datos	OPTICAL	
resolution	Resolución espacial del sensor utilizado para adquirir la imagen, en metros	6.5	
scanType	Tipo de sistema de escaneo utilizado por el sensor	PUSHBROOM	
acquisitionParameters			
orbitDirection	Dirección en la que el satélite volaba en su órbita cuando la imagen fue tomada	DESCENDING	
incidenceAngle	El ángulo entre la dirección de visión del satélite y una línea perpendicular al centro de la imagen o celda	0.0 a 90.0	
illuminationAzimuthAngle	Ángulo azimut solar al centro del producto, en grados desde el Norte (a la derecha) en el momento de la toma de la primera línea de la imagen		

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
illuminationElevationAngle	Ángulo de elevación solar al centro del producto, en grados		
azimuthAngle	Ángulo desde el Norte real en el centro de la imagen o celda hacia la dirección de la línea de escaneo en el centro de la imagen. Hacia la derecha en grados positivos	0.0 to 360.0	
spaceCraftViewAngle	Ángulo de visión fuera de nadir desde el satélite a través de la línea de escaneado, en grados siendo "+" Este y "-" Oeste		
acquisitionDateTime	Fecha y hora en las que los datos fueron tomados, en UTC. Nota: las horas de adquisición serán diferentes para cada banda espectral. Este campo no intenta proporcionar una hora precisa de adquisición y por lo tanto es sólo la hora de adquisición (sin especificar) de alguna parte de la imagen		
"target" Block			
Footprint			
multiExtentOf			
posList	Posición de las cuatro esquinas de la imagen en coordenadas geodésicas con formato: ULX ULY URX URY LRX LRY LLX LLY ULX ULY donde X = latitud y Y = longitud		
centerOf			
pos	Posición del centro del producto en coordenadas geodésicas X/Y, donde X = latitud y Y = longitud		
geographicLocation			

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
topLeft			
latitute	Latitud de la esquina superior izquierda en coordenadas geodésicas WGS84		
longitude	Longitud de la superior izquierda en coordenadas geodésicas WGS84		
topRight			
latitute	Latitud de superior derecha en coordenadas geodésicas WGS84		
longitude	Longitud de la esquina superior derecha en coordenadas geodésicas WGS84		
bottomLeft			
latitute	Latitud de la esquina inferior izquierda en coordenadas geodésicas WGS84		
longitude	Longitud de la esquina inferior izquierda en coordenadas geodésicas WGS84		
bottomRight			
latitute	Latitud de la esquina inferior derecha en coordenadas geodésicas WGS84		
longitude	Longitud de la esquina inferior derecha en coordenadas geodésicas WGS84		
“resultOf” Block			
EarthObservationResult			
browse			
BrowseInformation			

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
type	Tipo de imagen <i>browse</i> que acompaña al producto de imagen como parte del ISD	QUICKLOOK	
referenceSystemIdentifier	Identifica el sistema de referencia utilizado por la imagen <i>browse</i>		
fileName	Nombre de la imagen <i>browse</i>		
product			
ProductInformation			
fileName	Nombre de la imagen		Sólo para imágenes de nivel 1B el nombre de raíz del archivo está listado y no los archivos individuales de las bandas
size	Tamaño del producto de la imagen en kbytes		
productFormat	Formato del archivo del producto de imagen	GeoTIFF NITF2.0	
spatialReferenceSystem			
epsgCode	Código EPSG que corresponde a la información de los datos y proyección de la imagen		Código EPSG = 4326 para imágenes L1B ya que no están proyectadas
geodeticDatum	Nombre del datum utilizado para la proyección cartográfica de la imagen		
projection	Sistema de proyección utilizado para la imagen		
projectionZone	Huso UTM utilizada para la proyección cartográfica		
resamplingKernel	Método de remuestreo utilizado para producir la imagen. La lista de posibles algoritmos es extensible	NN = Vecino Más Próximo CC = Convolución Cúbica	

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
		MTF = Función de Transferencia de Modulación	
numRows	Número de filas (líneas) en la imagen		
numColumns	Número de columnas (píxeles) en la imagen		
numBands	Número de bandas en el producto de imagen	1 a 5	
rowGsd	El GSD de las filas (líneas) en el producto		
columnGsd	El GSD de las columnas (píxeles) en el producto de la imagen		
radiometricCorrectionApplied	Indica si se aplicaron correcciones radiométricas a la imagen	True false	
geoCorrectionLevel	Nivel de corrección aplicada a la imagen	De sensor para imágenes 1B. Geocorrección de precisión para imágenes 3A y 3B	
elevationCorrectionApplied	Tipo de corrección de elevación aplicada a la imagen	false CoarseDEM FineDEM	
atmosphericCorrectionApplied	Indica si se aplicaron correcciones atmosféricas a la imagen	true false	
atmosphericCorrectionParameters			Sólo presente si se realizaron correcciones atmosféricas
autoVisibility	Indica si la visibilidad fue calculada automáticamente o es por defecto	true false	
visibility	El valor de la visibilidad utilizado para la corrección atmosférica en km		

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango/Valor</b>	<b>Condiciones</b>
aerosolType	El tipo de aerosol utilizado para la corrección atmosférica	Rural Urban Maritime Desert	
waterVapor	La categoría de vapor de agua utilizada	Dry Mid-latitude Winter Fall US Standard Subarctic Summer Mid-latitude Summer Tropical	
hazeRemoval	Indica si se realizó eliminación de neblina	true false	
roughTerrainCorrection	Indica si se realizaron correcciones del terreno (relieve)	true false	
BRDF	Indica si se realizaron correcciones BRDF	true false	
mask			
MaskInformation			
type	Tipo de máscara que acompaña a la imagen como parte del ISD	UNUSABLE DATA	
format	Formato de la máscara	RASTER	
referenceSystemIdentifier	Código EPSG que corresponde a la información del datum y proyección de la máscara		
fileName	Nombre del archivo de la máscara		
cloudCoverPercentage	Estimación de nubosidad en la imagen	-1 = no evaluado 0-100	
cloudCoverPercentageQuotationMode	Método de determinación de nubosidad	AUTOMATIC	

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
unusableDataPercentage	Porcentaje de datos inutilizables en el archivo		
El siguiente grupo es repetido por cada banda espectral incluida en el producto			
bandSpecificMetadata			
bandNumber	Número (1-5) por el cual la banda espectral es identificada	1 = Azul 2 = Verde 3 = Rojo 4 = <i>Red-Edge</i> 5 = IR cercano	
startDateTime	Fecha y hora de comienzo de la adquisición de la banda, en UTC		
endDateTime	Fecha y hora de fin de la adquisición de la banda, en UTC		
percentMissingLines	Porcentaje de líneas faltantes en los datos de esta banda		
percentSuspectLines	Porcentaje de líneas sospechosas (líneas que tienen errores al descargarse) en los datos de esta banda		
binning	Indica el <i>binning</i> usado ( <i>across track x along track</i> )	1x1 2x2 3x3 1x2 2x1	
shifting	Indica el desplazamiento a la derecha aplicado al sensor	none 1bit 2bits 3bits 4bits	
masking	Indica la máscara aplicada al sensor	111, 110, 100, o 000	
radiometricScaleFactor	Proporciona los parámetros para convertir los valores de píxeles a radiancia (para productos de radiancia) o reflectancia (para productos de reflectancia). Para convertir a radiancia/reflectancia en		

CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS GENERALES			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
	<p>unidades de ingeniería, los valores de píxeles deben ser multiplicado por este factor de escala. Así, los valores de píxel en el producto son:</p> <p><b>Producto de radiancia:</b> (W/m<sup>2</sup> sr μm) / (factor radiométrico de escala). El valor del factor de escala radiométrico se supone de 1/100. Por ejemplo, un valor de píxel de 1510 representaría 15.1 W/m<sup>2</sup> sr μm de unidades de radiancia.</p> <p><b>Producto de reflectancia:</b> Porcentaje / (Factor de escala radiométrica). El factor de escala radiométrica se supone de 1/100. Por ejemplo, un valor de píxel de 1510 representaría 15.1 % de reflectancia.</p>		
Los campos de metadatos restantes se incluyen sólo en el archivo para productos 1B			
spacecraftInformationMetadataFile	Nombre del archivo XML que contiene información acerca de la altitud efemérides y hora de la imagen de nivel 1B		
rpcMetadataFile	Nombre del archivo XML que contiene información acerca de los RPCs de la imagen de nivel 1B		

**Tabla 11: Descripción de los campos del archivo XML de metadatos generales**

### 8.1.2. Nomenclatura

El archivo XML de metadatos generales seguirá la nomenclatura descrita en la sección 6

Por ejemplo:

2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_metadata.xml

## 8.2. ARCHIVO XML DE METADATOS DE LA PLATAFORMA

Todos los productos RapidEye de nivel 1B van acompañados de un archivo de metadatos de la plataforma. Este archivo contiene información acerca de la altitud efemérides y hora de la imagen 1B. Anteriormente, esta información se incluía al final de archivo XML principal de metadatos

### 8.2.1. Contenido

La tabla 12 describe los campos presentes en el archivo XML de metadatos de la plataforma.

CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS DE LA PLATAFORMA			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
Bloque de "metadataProperty"			
parentImageFile	Nombre de la imagen 1B a la cual pertenece la información acerca de la plataforma		
parentMetadataFile	Nombre del archivo de metadatos generales de la imagen 1B		
spacecraftAttitudeMetadata			
attitudeMeasurement	Se proporcionan mediciones de posición para el periodo de adquisición. El intervalo de tiempo entre mediciones es de 1 segundo.		
measurementTime	UTC hora de medición		
measurements			
roll	Medida de alabeo en radianes		
pitch	Medida de cabeceo en radianes		
yaw	Medida de guiñada en radianes		
spacecraftEphemerisMetadata			
ephemerisMeasurement	Se proporcionan mediciones de efemérides para el periodo de adquisición. El intervalo de tiempo entre mediciones es de un segundo. El sistema de coordenadas para las mediciones de efemérides es WGS-84 (centrado y fijo en tierra) coordenadas cartesianas		

**CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS DE LA PLATAFORMA**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
measurementTime	Hora de medición UTC		
position			
x	Posición del eje-x, en metros		
y	Posición del eje-y, en metros		
z	Posición del eje-z, en metros		
velocity			
vx	Velocidad del eje-x en m/s		
vy	Velocidad del eje-y en m/s		
vz	Velocidad del eje-z en m/s		
lineTimeMetadata – Este grupo es repetido por cada banda del producto			
bandNumber	Número de banda espectral	1 = Azul 2 = Verde 3 = Rojo 4 = <i>Red-Edge</i> 5 = IR cercano	
lineInformation	Registro de cada línea en la imagen para esta banda		
imagingTime	Fecha y hora UTC de adquisición de la línea		
lineMissing	Indica si la línea faltaba en los datos entrantes	true false	
spacecraftTemperatureMetadata			
temperatureMeasurements			

CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS DE LA PLATAFORMA			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
averageFocalPlaneTemperature	Temperatura promedio (durante la adquisición) de cada sensor de temperatura en el plano focal. Son 4 sensores		
averageTelescopeTemperature	Temperatura promedio (durante la adquisición) de cada sensor de temperatura en el telescopio. Son 4 sensores		
cameraGeometryMetadata			
focalLength	Longitud focal del modelo de sensor idealizado, en metros		
firstDetectorXCoord	Primer detector de coordenadas en el eje-x del plano focal para el modelo idealizado de la cámara, en metros		
firstDetectorYCoord	Primer detector de coordenadas en el eje-y del plano focal para el modelo idealizado de la cámara, en metros		
detectorPitch	Tamaño del detector, en metros		
radiometricCalibrationMetadata – Este grupo se repite para cada banda			
bandNumber	Número de banda espectral	1 = Azul 2 = Verde 3 = Rojo 4 = <i>Red-Edge</i> 5 = IR cercano	
perDetectorData	Registro de cada detector		
gain	Identifica la ganancia utilizada para corregir radiométricamente el producto		
offset	Identifica la pérdida utilizada para corregir radiométricamente el producto		
deadDetectorIndicator	Indica si el detector está funcionando fuera de sus especificaciones y se considera muerto	true false	

**Tabla 12: Descripción de los campos del archivo XML de metadatos de la plataforma**

### 8.2.2. Nomenclatura

El archivo XML de metadatos generales seguirá la nomenclatura descrita en la sección 6.1.

Por ejemplo:

**2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_sci.xml**

### 8.3. ARCHIVO XML DE RPCS DE LA IMAGEN

Todos los productos RapidEye de nivel 1B van acompañados de un archivo de metadatos de los RPCs de la imagen. Este archivo contiene información acerca de los coeficientes polinomiales racionales (RPCs) que también se pueden encontrar en la cabecera del producto 1B en formato NITF. En este archivo, los valores son presentados en formato XML.

#### 8.3.1. Contenido

La tabla 13 describe los campos presentes en el archivo XML de metadatos de los RPCs de la imagen.

CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS DE LOS RPCS DE LA IMAGEN			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
parentImageFile	Nombre de la imagen 1B a la cual pertenece la información acerca de la plataforma		
parentMetadataFile	Nombre del archivo de metadatos generales de la imagen 1B		
success		1	
errBias	Error de sesgo. Estimación de un 68% de <i>non-time varying error</i> asume imágenes correlacionadas	De 0000.00 a 9999.99	
errRand	Error aleatorio. Estimación de un 68% de <i>non-time varying error</i> asume imágenes no correlacionadas	De 0000.00 a 9999.99	
lineOff	<i>Offset</i> de filas	De 0000000 a 9999999	
sampOff	<i>Offset</i> de columnas	De 0000000 a 9999999	
latOff	<i>Offset</i> de latitud geodética	±90.0000	
longOff	<i>Offset</i> de longitud geodética	±180.0000	
heightOff	<i>Offset</i> de altitud geodética	±9999	
lineScale	Escala de filas	De 000001 a 999999	

CONTENIDO DE LOS CAMPOS DEL ARCHIVO DE METADATOS DE LOS RPCS DE LA IMAGEN			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
sampScale	Escala de columnas	De 000001 a 999999	
latScale	Escala de latitud geodética	±90.0000	
longScale	Escala de longitud geodética	±180.0000	
heightScale	Escala altitudinal	±9999	
lineNumCoeff 1..20	Coficiente del numerador de filas: 20 coeficientes para el polinomio en el Numerador de la ecuación r sub n	De -1.000000E+00 a +1.000000E+00	
lineDenCoeff 1..20	Coficiente del denominador de filas: 20 coeficientes para el polinomio en el Denominador de la ecuación r sub n	De -1.000000E+00 a +1.000000E+00	
sampNumCoeff 1..20	Coficiente del numerador de columnas: 20 coeficientes para el polinomio en el Numerador de la ecuación r sub n	De -1.000000E+00 a +1.000000E+00	
sampDenCoeff 1..20	Coficiente del denominador de columnas: 20 coeficientes para el polinomio en el Denominador de la ecuación r sub n	De -1.000000E+00 a +1.000000E+00	

**Tabla 13: Descripción de los campos del archivo XML de metadatos de la plataforma**

### 8.3.2. Nomenclatura

El archivo XML de metadatos de RPCs de la imagen seguirá la nomenclatura descrita en la sección 6.

Por ejemplo:

**2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_rpc.xml**

## 8.4. ARCHIVO DE IMAGEN *BROWSE*

Todas las imágenes satelitales RapidEye vienen acompañadas de un archivo de imagen *browse* de resolución reducida.

### 8.4.1. Contenido

El archivo de imagen *browse* contiene una representación del producto de resolución reducida. Tiene la misma relación de aspecto y correcciones radiométricas que el producto, pero con una resolución espacial de alrededor

de 48 m. El archivo GeoTIFF contendrá 1 o 3 bandas y será una imagen de 8 bits georreferenciada en coordenadas geográficas WGS84. La imagen *browse* de 3 bandas contendrá las bandas azul, verde y roja. La imagen de una banda *browse* contendrá la primera banda disponible en el siguiente orden: rojo, *Red-Edge*, verde, azul, o NIR. Ya que la imagen *browse* es derivada de la imagen original, la reproyección a coordenadas geográficas puede crear áreas de relleno negro en los bordes de la imagen *browse* que no estarán presentes en la imagen de resolución completa.

#### 8.4.2. Nomenclatura

El archivo de imagen *browse* seguirá la nomenclatura descrita en las secciones 6.1 y 6.2.

Por ejemplo:

2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_browse.tif

### 8.5. MÁSCARA DE DATOS INUTILIZABLES (UDM)

Todas las imágenes satelitales RapidEye vienen acompañadas de una máscara de datos inutilizables (UDM).

#### 8.5.1. Contenido

La máscara de datos inutilizables proporciona información sobre áreas en la imagen que no se pueden utilizar (áreas con nubosidad o que no fueron tomadas). La resolución en píxeles de este archivo será aproximadamente de 48m. Este archivo UDM tiene 11 m o más de incertidumbre de localización geográfica horizontal, y combinada con su baja resolución no puede capturar con precisión los bordes de áreas de datos inutilizables. Se sugiere que cuando se use el archivo para revisar los datos utilizables, se considere un buffer de por lo menos un píxel. Cada bit en el píxel de 8 bits identifica si esa parte del producto contiene información útil:

- Bit 0: identifica si esa zona contiene *blackfill* en todas las bandas (esta área no fue tomada por el sensor). Un valor de "1" indica relleno negro.
- Bit 1: identifica si la zona contiene nubosidad. Un valor de "1" indica nubosidad.

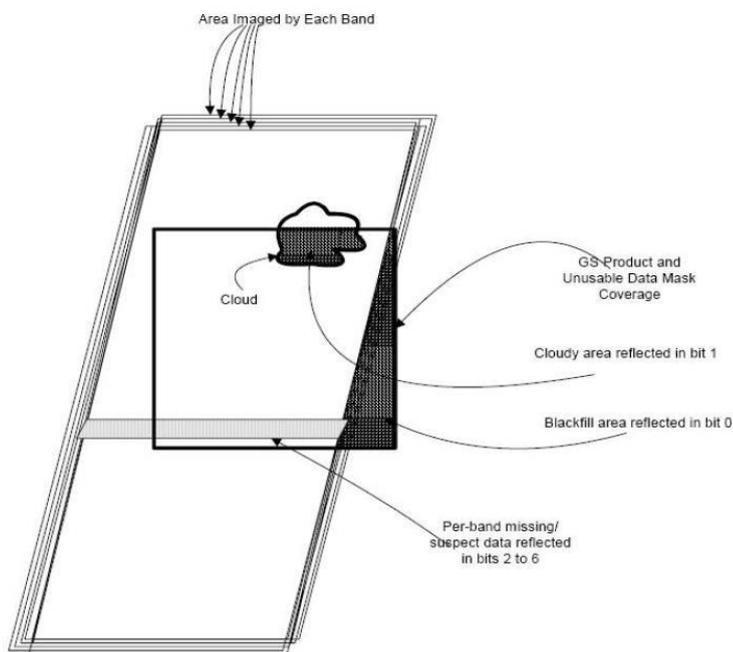
La detección de nubes se lleva a cabo en una versión generalizada de la imagen (la imagen *browse*). Por ello, las nubes pequeñas puede que no sean detectadas. Las áreas con nubes son las que tienen valores de píxeles en las bandas evaluadas (rojo, NIR o verde) que están por encima del umbral configurable.

Este algoritmo puede:

- Confundir nieve con nubes;
- Confundir sombra de nubes con áreas sin nubes;
- Confundir neblina con áreas sin nubes.
- Bit 2: identifica si en el área hay líneas faltantes (perdidas durante la descarga) o datos sospechosos (que contienen errores causados durante la descarga) en la banda **azul**. Un valor de "1" indica datos faltantes/sospechosos. Si el producto no incluye esta banda, el valor se establece como "0".
- Bit 3: identifica si en el área hay líneas faltantes (perdidas durante la descarga y por ello relleno de negro) o datos sospechosos (contiene errores causados durante la descarga) en la banda **verde**. Un valor de "1" indica datos faltantes/sospechosos. Si el producto no incluye esta banda, el valor se establece como "0".

- Bit 4: identifica si en el área hay líneas faltantes (pérdidas durante la descarga) o datos sospechosos (contiene errores causados durante la descarga) en la banda **roja**. Un valor de "1" indica datos faltantes/sospechosos. Si el producto no incluye esta banda, el valor se establece como "0".
- Bit 5: identifica si en el área hay líneas faltantes (pérdidas durante la descarga y por ello relleno de negro) o datos sospechosos (contiene errores causados durante la descarga) en la banda **Red-Edge**. Un valor de "1" indica datos faltantes/sospechosos. Si el producto no incluye esta banda, el valor se establece como "0".
- Bit 6: identifica si en el área hay líneas faltantes (pérdidas durante la descarga y por ello relleno de negro) o datos sospechosos (contiene errores causados durante la descarga) en la banda **NIR**. Un valor de "1" indica datos faltantes/sospechosos. Si el producto no incluye esta banda, el valor se establece como "0".
- Bit 7: Actualmente está establecido en "0".

La Figura 2 ilustra los conceptos de la máscara de datos inutilizables.



**Figura 2: Explicación de la máscara de datos inutilizables**

### 8.5.2. Nomenclatura

El archivo de imagen *browse* seguirá la nomenclatura descrita en la sección 6.

Por ejemplo:

2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_udm.tif

## 8.6. ARCHIVO DE LICENCIA

Todas las imágenes satelitales RapidEye vienen acompañadas de un archivo de licencia para la imagen.

### 8.6.1. Contenido

El archivo de licencia es un archivo de texto simple que contiene el texto de la licencia que fue seleccionado al pedir la imagen.

### 8.6.2. Nomenclatura

El archivo de imagen *browse* seguirá la nomenclatura descrita en la sección 6.

Por ejemplo:

2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_license.txt

## 8.7. ARCHIVO README

Todas las imágenes satelitales RapidEye vienen acompañadas de un archivo *Readme*.

### 8.7.1. Contenido

El archivo *Readme* es un texto simple que contiene un número de campos con información general sobre la imagen y los otros archivos que la acompañan. Estos campos se describen en la Tabla 14.

CONTENIDO DE CAMPOS DEL ARCHIVO README			
Campo	Descripción	Rango/Valor	Condiciones
ISD Version	Versión del ISD		
Copyright Text	Texto de copyright y uso restrictivo		
Product Generation Time	Hora cuando el producto fue generado		
Order Number	Número de pedido al que la imagen pertenece		
File List	Lista de nombres de archivos que acompañan a la imagen		
Product Type	Nivel del producto	L1B L3A L3B	
Comments	Campo de comentarios para el cliente u otra información en relación al pedido		Vacío si no se suministra nada

**Tabla 14: Contenido del archivo *Readme***

### 8.7.2. Nomenclatura

El archivo de imagen *browse* seguirá la nomenclatura descrita en la sección 6.

Por ejemplo:

2008-10-26T012345\_RE3\_1B-NAC\_0123456789\_9876543210\_readme.txt

# APÉNDICE A – GLOSARIO DE TÉRMINOS

---

La siguiente lista define términos usados para describir los productos RapidEye.

## **Ancho de barrido (*Swath*)**

El ancho de la distancia en tierra que es tomada por una pasada del satélite.

## **Ángulo *off-nadir***

El ángulo entre el nadir y el punto en el terreno al que el satélite apunta.

## **Azimut solar**

Distancia angular horizontal entre el plano vertical que contiene un punto en el cielo (en este caso el Sol) y el Sur verdadero. A efectos de metadatos, se representa tal y como es visto por un observador localizado en el punto objetivo, medido en sentido horario desde el Norte

## ***Blackfill***

Píxeles sin datos de imagen o píxeles fuera del área de interés. Su valor es 0 o “NoData”, dependiendo del software de visualización que se esté utilizando.

## **Campo de Visión Instantáneo (IFOV)**

El área en tierra visible por el satélite.

## **Corrección radiométrica**

La corrección de variaciones en los datos que no son causadas por el objeto o la escena escaneada. Estos incluyen correcciones por respuesta radiométrica relativa entre detectores, relleno de detectores que no responden e inconsistencias del escáner.

## **Corrección del sensor**

La corrección de las variaciones en los datos por la geometría del sensor, orientación y efemérides.

## **Corrección del efectos causados por el terreno**

La corrección por variaciones en datos causados por desplazamiento en el terreno debido a ángulos de toma *off-nadir*.

## **Distancia de Muestreo Terrestre (GSD)**

El tamaño de un píxel, medido en el terreno.

## **Elevación Solar**

Ángulo solar sobre el horizonte.

## **Función de Distribución de Reflectancia Bidireccional (BRDF)**

Describe la dependencia direccional de la energía reflejada (luz). La BRDF es una propiedad óptica fundamental. Caracteriza la energía diseminada en el hemisferio sobre la superficie como resultado de radiación incidente.

## **Heliosncrono/a**

Una órbita que rota alrededor de la Tierra a la misma velocidad a la que la Tierra rota sobre su eje.

## **Metadatos**

Datos auxiliares que describen y definen los productos de imagen RapidEye. Los archivos de metadatos difieren según el tipo de procesamientos de las imágenes. Vea la Sección 6 para un desglose completo de los archivos de metadatos y sus campos.

**Modelo Digital de Elevación (DEM)**

Modelo digital de la superficie, normalmente derivado de imágenes estéreo. Los DEM son utilizados para eliminar distorsiones del terreno de la imagen para los productos geo-correctos.

**Nadir**

El punto en el terreno que está directamente en la vertical del satélite.

**Número Digital (DN)**

El valor asignado a un píxel en una imagen digital. Este valor de densidad de gris representa la intensidad de luz reflejada por un objeto captada por el sensor para un rango espectral concreto.

**Ortorrectificación**

Corrección de distorsiones de desplazamiento en la imagen causadas por el relieve del terreno.

**Píxel**

El elemento más pequeño que compone una imagen digital.

**Punto de Control (GCP)**

Un punto visible en el terreno de coordenadas conocidas. Los GCPs pueden ser planimétricos (latitud, longitud) o verticales (latitud, longitud, elevación). Los GCPs pueden ser tomados mediante trabajos de campo, mapas o imágenes ortorrectificadas.

**Rango Dinámico**

El número de posibles valores DN por cada píxel en una banda de la imagen. Los sensores RapidEye tienen un rango dinámico de 12 bits lo que se traduce en 4.096 valores posibles.

**Resolución**

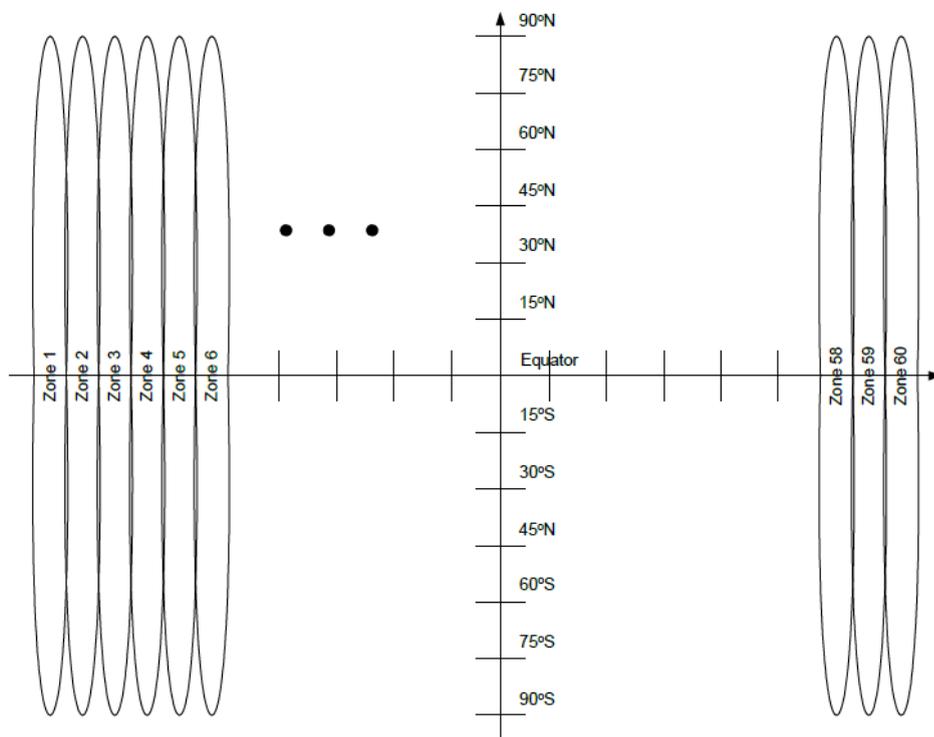
El tamaño de píxel de la imagen remuestreada derivada del GSD.

**Tiempo de revisita**

Período de tiempo que transcurre hasta poder capturar el mismo punto en el terreno de nuevo.

# APÉNDICE B – DEFINICIÓN DE LA CUADRICULA DE CELDAS

Las celdas de imagen RapidEye se basan en una cuadrícula cartográfica UTM como muestra la Figura B-1 y B-2. La cuadrícula está definida en centros de celdas de 24 por 24 km, con 1 km de solape, resultando en celdas de 25 por 25 km.



**Figura B-1 Disposición de los husos UTM**

Una celda o *tile* se nombra por el número de zona UTM, el número de y fila de la cuadrícula dentro de la zona UTM según el siguiente formato:

<ZZRRRCC>

donde:

ZZ = Número de zona UTM (Este campo no se rellena con un cero para zonas de un solo dígito en el *shapefile* de celdas)

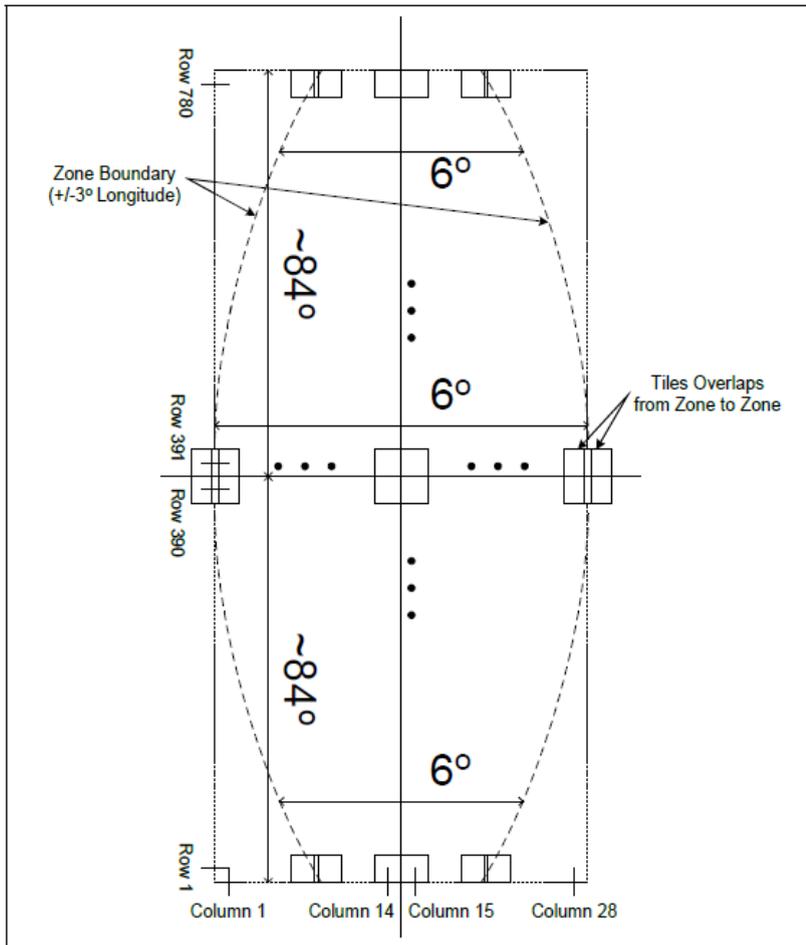
RRR = Número de fila (que incrementa de Sur a Norte, ver Figura B-2)

CC = Número de columna (que incrementa de Oeste a Este, ver Figura B-2)

Por ejemplo:

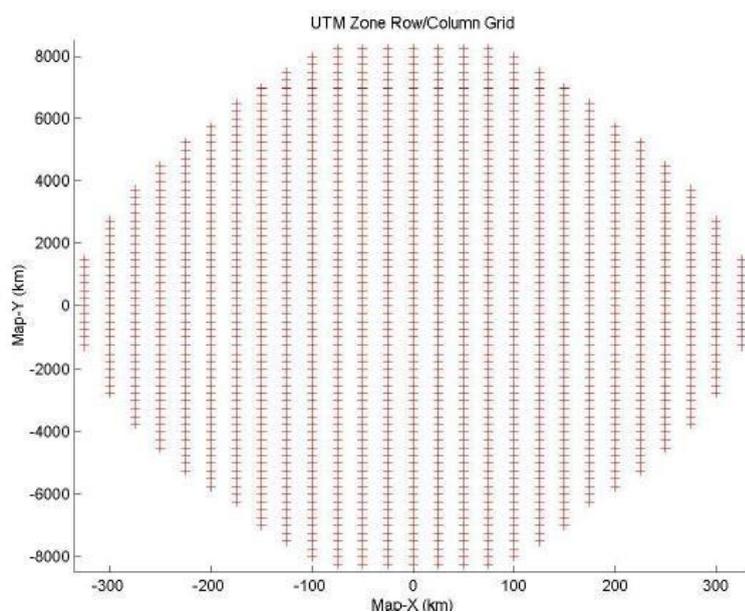
Celda 547904 = Zona UTM = 5, Fila = 479, Columna = 04

Celda 3363308 = Zona UTM = 33, Fila = 633, Columna = 08



**Figura B-2 Disposición de la cuadrícula de celdas dentro de un huso UTM**

Debido a la convergencia en los polos, el número de columnas de la cuadrícula varía con las filas de la cuadrícula como se ilustra en la figura B-3.



**Figura B-3 Ilustración del plan de filas y columnas para una zona UTM**

El punto central de las celdas en una zona UTM se definen en la proyección cartográfica UTM a la cual se pueden aplicar transformaciones estándar de coordenadas cartográficas UTM (x,y) a coordenadas geodésicas WGS84 (latitud, longitud).

col = 1.29

row = 1.780

$X_{col} = \text{Este Falso} + (\text{col} - 15) \times \text{Ancho de Celda} + \text{Ancho de Celda}/2$

$Y_{row} = (\text{fila} - 391) \times \text{Alto de Celda} + \text{Alto de Celda}/2$

Donde:

X & Y son en metros Este

Falso = 500.000 m Ancho de

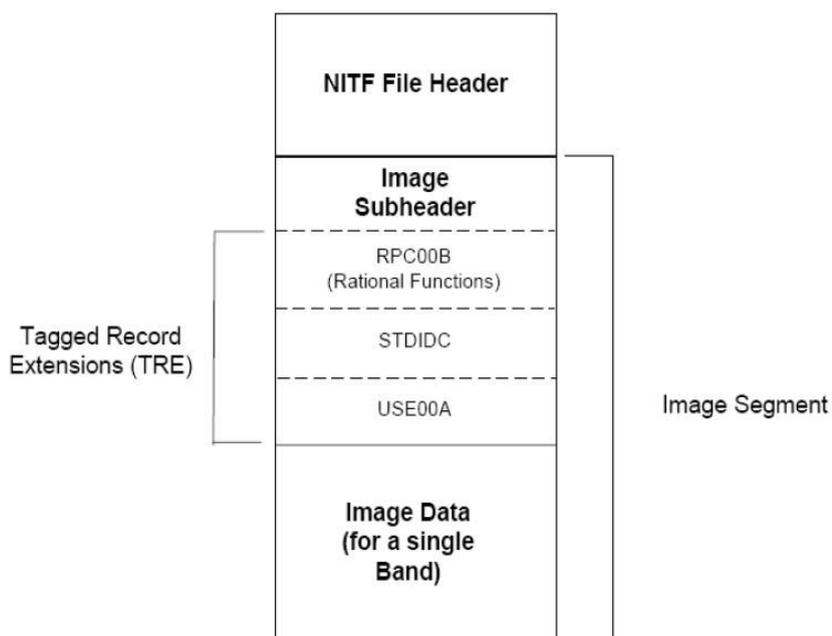
Celda = 24.000 m Alto de

Celda = 24.000 m

Los números 15 y 391 son necesarios para alinear el origen de la zona UTM.

# APÉNDICE C – ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL ARCHIVO NITF

Las imágenes *Basic RapidEye* es entregado como un conjunto de archivos NITF 2.0. El archivo NITF 2.0 contiene datos de información y metadatos básicos sobre la imagen. La estructura del archivo NITF se muestra en la figura D-1.



**Figura C-1 Estructura del archivo NITF 2.0**

Los contenidos del encabezamiento del archivo NITF se detallan en la tabla 15. La columna “Req” indica si el campo es requerido. Valores válidos son:

R = Requerido

C = Condicional

<> = datos nulos permitidos

CONTENIDO DE LA CABECERA PRINCIPAL DEL ARCHIVO NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req.	Condiciones
FHDR	Tipo de archivo y versión	NITF02.00	R	
CLEVEL	Nivel de complejidad requerido para interpretar completamente todo los componentes del archivo	03, 05, 06 ó 99	R	

**CONTENIDO DE LA CABECERA PRINCIPAL DEL ARCHIVO NITF**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Req.	Condiciones
	Nota: Los productos multiespectrales tendrán un mínimo de CLEVEL de 06. Un CLEVEL de 99, como es requerido por las especificaciones, es asignado para imágenes mayores de 2GB que pueden afectar negativamente algunos paquetes de software			
STYPE	Tipo de Sistema Estándar	“ ” (4 espacios)	R	
OSTAID	Código de identificación de la estación de origen	RE	R	
FDT	Fecha y hora del archivo	DDHHMMSSZ MONYY	R	
FTITLE	Título de Archivo	“RE Image Data”	<R>	
FSCLAS	Clasificación de seguridad de archivos	U	R	
FSCOP	Número de copia del archivo. Número de copia del mensaje. No usado	00000	R	
FSCPYS	Contiene el número total de copias del número de copias del fileMessage. No usado	00000	R	
ENCRYP	Cifrado “0” representa: no encriptado	0	R	
FBKGC	Color del fondo del archivo en el orden: rojo, verde, azul. Establecido a un gris suave	7E 7E 7E	R	
ONAME	Nombre del creador	BlackBridge	<R>	
OPHONE	Número telefónico del creador	TBD	<R>	
FL	Longitud en bytes del archivo entero, incluidos todos los encabezamientos, sub-encabezamientos y datos.	000000000388- 999999999998, 999999999999	R	
HL	Longitud del encabezamiento del archivo NITF 2.0	000404	R	
NUMI	Número de segmentos separados de la imagen en un archivo, “1” es utilizado para todos los productos.	001	R	
LISHn	Longitud del sub-encabezamiento de la imagen n-th, donde n = NUMI	000439 a 999998,999999	C	Este campo se repite tantas veces como sea especificado en el campo NUMI
LI00n	Longitud del segmento de la imagen n-th, donde n = NUMI	0000000001 a 9999999998, 9999999999	C	Este campo se repite tantas veces como sea especificado en el campo NUMI
NUMS	Número de símbolos gráficos en el archivo. No usado	000	R	

CONTENIDO DE LA CABECERA PRINCIPAL DEL ARCHIVO NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req.	Condiciones
NUML	Número de etiquetas. No usado	000	R	
NUMT	Número de segmentos de texto en el archivo. No usado	000	R	
NUMDES	Número de segmentos de extensiones de datos en el archivo. No usado	000	R	
NUMRES	Número de segmentos de extensión reservados en el archivo (RES). No usado	000	R	
UDHDL	Longitud de la cabecera de datos definidos por el usuario (UDHD). No usado	00000	R	
XHDL	Longitud de datos de la cabecera extendida (XHD). No usado	00000	R	

**Tabla 15: Contenido de la cabecera principal del Archivo NITF**

Los contenidos de la sub-cabecera de la imagen NITF son detallados en la Tabla 16.

CONTENIDO DE LA SUB-CABECERA DEL ARCHIVO NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
IM	Identifica la sub-cabecera como de la imagen	IM	R	
IID	Identificador de imagen	0000000 a 9999999	R	ID del segmento de la imagen del cual esta imagen fue extraída
IDATIM	Fecha y hora de la imagen. Fecha y hora de adquisición en GMT	DDHHMMSSZ MONYY	R	
ITITLE	Título de la Imagen	"RE Image Data"	<R>	
TGTID	Identificador de objetivo. Donde: BBBBBBBBBB = Básico Identificador de Enciclopedia OOOOO = instalación OSUFFIX CC = código del país rellenado con ceros	000000000000 000000	<R>	
ISCLAS	Clasificación del nivel de la imagen Los productos RE son sin clasificación ("U")	U	R	
ENCRYP	Encriptación "0" representa, sin encriptación	0	R	
ISORCE	Fuente de imagen	RE01-RE05	<R>	
NROWS	Número de filas significativas en la imagen	00000000 a 99999998, 99999999	R	
NCOLS	Número de columnas significativas en la imagen	00000000 a 99999998,	R	

**CONTENIDO DE LA SUB-CABECERA DEL ARCHIVO NITF**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
		99999999		
PVTYPE	Tipo de valor de píxel	INT SI	R	INT para valores <i>unsigned integers</i> SI para valores <i>signed integers</i>
IREP	Representación de imagen - "MONO" es usado para productos de una banda - "MULTI" es usado para productos de múltiples bandas	MONO MULTI	R	
ICAT	Categoría de imagen	MS	R	
ABPP	Bits por píxel por banda. Esto también se relaciona al valor en el campo NBPP del sub-encabezamiento	12 o 16	R	
PJUST	Justificación de píxeles Los píxeles serán justificados a la derecha	R	R	
ICORDS	Representación de coordenadas de la imagen Geográfica ("G") o MGRS ("U")	G	<R>	
IGEOLON (donde: n 1..4)	Ubicación geográfica de la imagen Representa las cuatro esquinas de la imagen, y se presentan en el siguiente orden: (0,0), (0,NCOLS),(NROWS,NCOLS), (NROWS,0). Cuando ICORDS = "G", IGEOLO es expresado como latitud y longitud y usa el formato ddmmsXddmmss, donde "ddmms" representa grados, minutos y segundos de latitud con "X" representando Norte (N) o Sur (S) y "ddmms" representa grados, minutos y segundos de longitud con "Y" representando Este (E) u Oeste (W)	ddmmsXddmm mss	C	
NICOM	Número de comentarios de texto libre	1	R	
ICOMn	Comentarios de imágenes #n, donde n = 1.5 Vacío por defecto – texto configurable		C	
IC	Forma de compresión de imagen Compresión no soportada	NC	R	
NBANDS	Número de bandas de datos	1	R	
IREPBANDn	nth Representación de banda, donde n= 1..NBANDS Nota: Cuando NBAND en la sub cabecera = 1 este campo contiene todos los espacios	En blanco	<R>	
ISUBCATn	nth Sub categoría de banda – centro de longitud	RE centros	<R>	

**CONTENIDO DE LA SUB-CABECERA DEL ARCHIVO NITF**

Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
	de onda de la banda, donde n = 1.NBANDS	espectrales		
IFCn	nth Condición del filtro de la banda, donde n = 1.NBANDS N – sin filtros	N	R	
NLUTSn	Número de LUTs para la banda de imagen nth , donde n = 1.NBANDS No usado	0	<R>	Requerido solo si el PVTTYPE es INT, por eso la inclusión
ISYNSC	Código de sincronización de imagen – reservado para uso futuro	0	R	
IMODE	Indica cómo se almacenan los píxeles de la imagen. “B” representa el intercalado de bandas por bloque, y es usado en todos los productos	B	R	
NBRP	Número de bloques por línea. Contiene el número de bloques de imagen (1 bloque = 1024 x 1024 píxeles) en la dirección horizontal	0001 - 9999	R	
NBPC	Número de bloques por columna. Contiene el número de bloques de imagen (1 bloque = 1024 x 1024 píxeles) en la dirección vertical	0001 - 9999	R	
NPPBH	Número de píxeles por bloque horizontalmente	1024	R	
NPPBV	Número de píxeles por bloque verticalmente	1024	R	
NBPP	Número de bits por píxel por banda. Las imágenes de RE de 12 bits son almacenadas vía integrales de 16 bits. Esto también es relacionado con el valor ABPP del sub encabezamiento	16	R	
IDLVL	Nivel de visualización de la imagen. Todos los productos consisten de un solo nivel.	001	R	
IALVL	<i>Attachment level</i> de la imagen. Todos los productos son creados con el mínimo nivel de <i>Attachment level</i> .	000	R	
ILOC	Localización de la imagen. Esta es la localización del primer píxel de la primera línea de la imagen y es representada como RRRRRCCCC, donde RRRRR representa valores de filas y CCCCC representa valores de columnas.	0000000000	R	Nota: Las coordenadas son números de línea/columna. Importante cuando la imagen es una porción de una imagen más grande (este no es el caso del producto <i>Basic</i> de manera que el campo siempre será constante 0000000000).
IMAG	Factor de aumento del tamaño de la imagen relativa al tamaño original de la fuente. Por defecto fijado en 10; 1.0 = no hay aumento. Longitud de datos de imagen definido por el	1.0	R	

CONTENIDO DE LA SUB-CABECERA DEL ARCHIVO NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
	cliente. No utilizado			
UDIDL	Longitud de imagen definida por el usuario. No utilizado	00000	R	
IXSHDL	Longitud de datos de la sub-cabecera extendida de la imagen. Esta es la suma de la longitud de todas las extensiones controladas (CETAG) que aparecen en la imagen más 3 : $(\text{sum}(\text{CEL} + 11)) + 3$ , donde 11 es el tamaño de la extensión del encabezamiento y 3 es la longitud del campo IXSOFL	00003 - 99999	R	
IXSOFL	Sub cabecera de imagen extendida. No utilizado( <i>overflow</i> )	000	C	
CETAG	Identificador controlado de extensión de tipo único.	RPC00B STDIDC USE00A	R	
CEL	Contiene la longitud en bytes de los datos contenidos en el campo CEDATA 1041 = longitud de RPC00B datos 89 = longitud de STDIDC datos 107 = longitud de USE00A datos	1041, 89 o 107	R	

**Tabla 16: Contenidos de la Sub-cabecera del archivo NITF**

El contenido de la porción RPC00B de la sub-cabecera de la imagen NITF se detalla en la Tabla 17.

CONTENIDO DE LA PORCIÓN RPC00B DE LA SUB-CABECERA DE LA IMAGEN NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
FIELD1 (SUCCESS)		1	R	
FIELD2 (ERR_BIAS)	Error de sesgo. 68% de error estimado que no varía en tiempo supone imágenes correlacionadas	0000.00 a 9999.99	R	
FIELD3 (ERR_RAND)	Error aleatorio. 68% de error estimado que no varía en tiempo supone imágenes no correlacionadas	0000.00 a 9999.99	R	
FIELD4 (LINE_OFF)	Desplazamiento de línea	0000.00 a 9999.99	R	
FIELD5 (SAMP_OFF)	Desplazamiento de muestra	0000.00 a 9999.99	R	
FIELD6 (LAT_OFF)	Desplazamiento de latitud geodésica	+/-90.0000	R	
FIELD7	Desplazamiento de longitud geodésica	+/-180.0000	R	

CONTENIDO DE LA PORCIÓN RPC00B DE LA SUB-CABECERA DE LA IMAGEN NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
(LONG_OFF)				
FIELD8 (HEIGHT_OFF)	Desplazamiento de altura geodésica	+/-9999	R	
FIELD9 (LINE_SCALE)	Escala de línea	000001 a 999999	R	
FIELD10 (SAMP_SCALE)	Escala de muestra	000001 a 999999	R	
FIELD11 (LAT_SCALE)	Escala de latitud geodésica	+/-90.0000	R	
FIELD12 (LONG_SCALE)	Escala de longitud geodésica	+/-180.0000	R	
FIELD13 (HEIGHT_SCALE)	Escala de altura geodésica	+/-9999	R	
FIELD14 (LINE_NUM_COEFF 1..20)	Coficiente de numerador de línea: 20 coeficientes para el polinomio en el numerador de la ecuación r sub n. Todos los valores son expresados en notación científica.	-1.000000E+00 a +1.000000E+00	R	
FIELD15 (LINE_DEN_COEFF1 ..20)	Coficiente de denominador de línea: 20 coeficientes para el polinomio en el denominador de la ecuación r sub n. Todos los valores son expresados en notación científica.	-1.000000E+00 a +1.000000E+00	R	
FIELD16 (SAMP_NUM_COEF F1..20)	Coficiente de numerador de muestra: 20 coeficientes para el polinomio en el numerador de la ecuación r sub n. Todos los valores son expresados en notación científica.	-1.000000E+00 a +1.000000E+00	R	
FIELD17 (SAMP_DEN_COEF F1..20)	Coficiente de denominador de muestra: 20 coeficientes para el polinomio en el denominador de la ecuación r sub n. Todos los valores son expresados en notación científica.	-1.000000E+00 a +1.000000E+00	R	

**Tabla 17: Contenido de la porción RPC00B (Rapid Positioning Capability) Sub-cabecera del NITF**

El contenido de la porción STDIDC de la sub-cabecera de la imagen NITF se detalla en la Tabla 18.

CONTENIDO DE LA PORCIÓN STDIDC DE LA SUB-CABECERA DE LA IMAGEN NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
ACQ_DATE	Fecha y hora de la adquisición de la imagen en GMT.	yyyymmddhhmmss	R	
MISSION	Identifica el vehículo específico de RE como la fuente de los datos de imagen	RE01 - RE05	R	
PASS	Identifica el pase del día de la adquisición de la imagen. Un día nuevo comienza a las 00:00Z	01 -16	R	
OP_NUM	Número de operación de imagen.	000	R	

CONTENIDO DE LA PORCIÓN STDIDC DE LA SUB-CABECERA DE LA IMAGEN NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
START_SEGMENT	ID del segmento de comienzo. Identifica las imágenes como piezas separadas (segmentos) dentro de una operación de captura. Este campo siempre contendrá AA.	AA	R	
REPRO_NUM	Número de Reprocesamiento. Indica si los datos son originales, si han sido reprocesados o mejorados. Asumimos "00" para datos originales.	00	R	
REPLAY_REGEN	Repetición/regeneración. Indica modo de reasignación o regeneración de la imagen. Asumimos "000" ya que todas las imágenes son producidas a partir de datos <i>raw</i> .	000	R	
START_COLUMN	Bloque de columna de partida. El primer bloque de columna en la imagen. Todos los productos comienzan en 1.	001	R	
START_ROW	Bloque de fila de partida. El primer bloque de fila en la imagen. Todos los productos comienzan en 1.	00001	R	
END_SEGMENT	ID del segmento final del archivo. Este campo siempre contendrá AA.	AA	R	
END_COLUMN	Bloque de columna final. El último bloque de columna en la imagen.	001 - 999	R	
END_ROW	Bloque de fila final. El último bloque de fila en la imagen.	00001 - 99999	R	
LOCATION	Ubicación. Punto de referencia natural (en WGS84) del sensor, expresado en latitud-longitud. El formato usado es <i>ddmmXdddmmY</i> , donde "ddmms" representa grados, minutos y segundos de latitud con "X" representando Norte (N) o Sur (S) y "dddmmss" representa grados, minutos y segundos de longitud con "Y" representando Este (E) u Oeste (O).	ddmmXdddmmY	R	

**Tabla 18: Contenido de la porción STDIDC (ID Estándar del Formato de Extensión) de la sub-cabecera del archivo NITF**

Los contenidos de la porción USE00A de la sub-cabecera de la imagen NITF son detallados en la Tabla 19.

CONTENIDO DE LA PORCIÓN USE00A DE LA SUB-CABECERA DE LA IMAGEN NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
ANGLE_TO_NORTH	Ángulo hacia el norte. Ángulo hacia el norte verdadero medido en sentido horario desde la primera fila de la imagen.	0 - 360	R	

CONTENIDO DE LA PORCIÓN USE00A DE LA SUB-CABECERA DE LA IMAGEN NITF				
Campo	Descripción	Rango/Valor	Req	Condiciones
MEAN_GSD	Distancia media de la muestra sobre el terreno. Media geométrica a lo largo y ancho de la distancia de centro a centro del escaneo entre muestras continuas sobre el terreno, en pulgadas.	000.0 a 999.9	R	
DYNAMIC_RANGE	Rango dinámico de los píxeles en la imagen. "255" es usado para productos de 8 bits, "4095" es usado para productos de 12 bits, "65535" es usado para productos de 16 bits, Esto corresponde al valor de profundidad de bit en la sección ABPP de la sub cabecera del archivo.	00255, 04095 o 65535	<R>	
OBL_ANG	Ángulo de oblicuidad. Este es el ángulo entre el plano horizontal NED local y el eje óptico de la imagen.	00.00 a 90.00	<R>	
ROLL_ANG	Ángulo de alabeo. Alabeo es el ángulo de rotación sobre la plataforma de eje de alabeo. El alabeo es positivo si el eje de inclinación de plataforma positivo se encuentra debajo del plano horizontal NED.	+/- 90.00	<R>	
N_REF	Número de líneas de referencia en la imagen.	00	R	
REV_NUM	Número de revolución de órbita en el momento de exposición.	00001 a 99999	R	
N_SEG	Número de segmentos de imágenes. Este valor siempre será por defecto 1.	001	R	
MAX_LP_SEG	Máximo número de líneas por segmento. Este es el número de filas por segmento de imagen. Este valor es igual al valor NROWS en la sub cabecera	000001 a 999999	<R>	
SUN_EL	Elevación solar. Grados medidos desde el plano objetivo en la intersección de la línea óptica de visión con la superficie de la Tierra en el momento de la toma de primera línea de la imagen.	+/- 90.0 o 999.9	R	
SUN_AZ	Azimut solar. Grados medidos desde el Norte verdadero en sentido horario (como si fuera visto desde el espacio) en el momento de la toma de la primera línea de imagen.	000.0 a 359.0 o 999.9	R	

**Tabla 19: Contenido de la porción USE00A (Explotación de la Facilidad de Uso) de la sub-cabecera del archivo NITF**